

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年10 月21 日 (21.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/091060 A1(51) 国際特許分類⁷: H01T 4/12, H01J 61/16, 61/067, 61/54

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004785

(22) 国際出願日: 2004 年4 月1 日 (01.04.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2003-106883	2003 年4 月10 日 (10.04.2003)	JP
特願2003-159501	2003 年6 月4 日 (04.06.2003)	JP
特願2003-186739	2003 年6 月30 日 (30.06.2003)	JP
特願2003-272213	2003 年7 月9 日 (09.07.2003)	JP
特願2003-277434	2003 年7 月22 日 (22.07.2003)	JP
特願 2003-430223		

2003 年12 月25 日 (25.12.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 岡谷電機産業株式会社 (OKAYA ELECTRIC INDUSTRIES CO., LTD.) [JP/JP]; 〒154-8535 東京都世田谷区三軒茶屋 2-4 6-3 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 今井 孝一 (IMAI, Koichi) [JP/JP]; 〒361-0005 埼玉県行田市斉条字江川 1 0 0 3 岡谷電機産業株式会社 埼玉技術センター内 Saitama (JP). 堀 諭史 (HORI, Satoshi) [JP/JP]; 〒361-0005 埼玉県行田市斉条字江川 1 0 0 3 岡谷電機産業株式会社 埼玉技術センター内 Saitama (JP). 松山 陽一 (MATSUYAMA, Yoichi) [JP/JP]; 〒361-0005 埼玉県行田市斉条字江川 1 0 0 3 岡谷電機産業株式会社 埼玉技術センター内 Saitama (JP). 花村 義和 (HANAMURA, Yoshikazu) [JP/JP]; 〒361-0005 埼玉県行田市斉条字江川 1 0 0 3 岡谷電機産業株式会社 埼玉技術センター内 Saitama (JP).

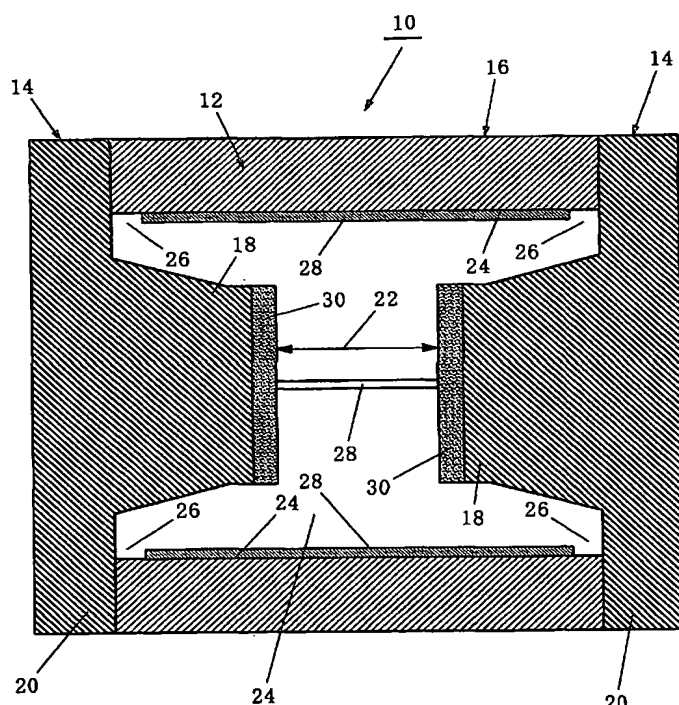
(74) 代理人: 奥田 弘之, 外 (OKUDA, Hiroyuki et al.); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-8-1 0 セイコー虎ノ門ビル 2 F Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: DISCHARGE TUBE AND SURGE ABSORBING DEVICE

(54) 発明の名称: 放電管及びサージ吸収素子



(57) Abstract: A case member (12) composed of an insulating material has openings at both ends. An airtight envelope (16) is formed by hermetically sealing the both end openings of the case member (12) with a pair of cover members (14, 14) which also serve as discharge electrodes. A certain discharge gap (22) is formed between discharge electrode portions (18, 18) of the cover members (14, 14). A plurality of linear trigger discharge films (28) are formed on the inner wall surface (24) of the case member (12) in such a way that both ends of the films face the cover members (14, 14) with very small discharge gaps (26) intervening therebetween. An insulating coating film (30) containing an alkali iodide is formed on the surface of each discharge electrode portion (18). A discharge tube (10) is formed by filling the airtight envelope (16) with a discharge gas containing Kr (krypton).

(57) 要約: 両端が開口した絶縁材よりなるケース部材12の両端開口部を、放電電極を兼ねた一對の蓋部材14,14で気密に閉塞することによって気密外囲器16を形成すると共に、上記蓋部材14,14の放電電極部18,18間に所定の放電間隙22を形成し、また、ケース部材12の内壁面24に、その両端が、放電電極を兼ねた上記蓋部材14,14と微小放電間隙26を隔てて対向配置された線状のトリガ放電膜28を複数形成すると共に、上記放電管10を形成し、さらに、上記気密外囲器16内に、Kr(クリプトン)を含有した放電ガスを封入した放電管10。

極部18の表面に、アルカリヨウ化物が含有された絶縁性の被膜30を形成し、さらに、上記気密外囲器16内に、Kr(クリプトン)を含有した放電ガスを封入した放電管10。



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

放電管及びサージ吸収素子

5 技 術 分 野

この発明は、プロジェクターや自動車のメタルハライドランプ等の高圧放電ランプや、ガス調理器等の着火プラグに、点灯用又は着火用の定電圧を供給するためのスイッチングスパークギャップとして、或いは、サージ電圧を吸収するためのガスアレスタ（避雷管）として好適に使用できる放電管、及び、気密外囲器内に封入した放電間隙における放電現象を利用して誘導雷等のサージを吸収することにより電子機器が損傷することを防止し、特に、気中放電に対するトリガ手段として沿面コロナ放電を用いたサージ吸収素子に関する。

15 背 景 技 術

従来、プロジェクターや自動車のメタルハライドランプ等の高圧放電ランプや、ガス調理器等の着火プラグに、点灯用又は着火用の定電圧を供給するためのスイッチングスパークギャップとして、放電管が用いられている。

20 また、従来、誘導雷等のサージから電子機器の電子回路を保護するためのサージ吸収素子として、電圧非直線特性を有する高抵抗体素子よりなるバリスタや、放電間隙を気密容器内に収容したガスアレスタ等、種々のサージ吸収素子が使用されている。そして、かかるサージ吸収素子の中、高い応答性を実現するために沿面コロナ放電をトリガ放電としたサージ吸収素子が多く用いられている。

25 この種の放電管又はサージ吸収素子として、本出願人は、先に特開 2 0

03-7420号を提案した。この放電管（サージ吸収素子）60は、第27図に示すように、両端が開口した絶縁材よりなる円筒状のケース部材62の両端開口部を、放電電極を兼ねた一对の蓋部材64、64で気密に閉塞することによって気密外囲器66を形成し、該気密外囲器66内に、所定の放電ガスを封入してなる。

上記蓋部材64は、気密外囲器66の中心に向けて大きく突き出た平面状の放電電極部68と、ケース部材62の端面に接する接合部70を備えており、両蓋部材64、64の放電電極部68、68間には、所定の放電間隙72が形成されている。

10 また、上記ケース部材62の内壁面74には、微小放電間隙76を隔てて対向配置された一对のトリガ放電膜78、78が、複数組形成されている。一对のトリガ放電膜78、78の内、一方のトリガ放電膜78は、一方の放電電極部68と電氣的に接続され、他方のトリガ放電膜78は、他方の放電電極部68と電氣的に接続されている。

15 上記放電電極部68の表面には、放電開始電圧の安定に効果的なアルカリヨウ化物が含有された絶縁性の被膜80が形成されている。このアルカリヨウ化物としては、ヨウ化カリウム（K I）、ヨウ化ナトリウム（Na I）、ヨウ化セシウム（Cs I）、ヨウ化ルビジウム（Rb I）等のアルカリヨウ化物の単体又は混合物が該当する。

20 上記気密外囲器66内に封入する放電ガスとしては、例えば、アルゴン、ネオン、ヘリウム、キセノン等の希ガスあるいは窒素ガス等の不活性ガスの単体又は混合ガスが該当する。また、希ガスあるいは不活性ガスの単体又は混合ガスと、 H_2 等の負極性ガスとの混合ガスが該当する。

25 上記構成を備えた放電管60の放電電極部68、68間に、当該放電管60の放電開始電圧以上の電圧が印加されると、トリガ放電膜78、78間の微小放電間隙76に電界が集中し、これにより微小放電間隙76に電子が放出されてト

リガ放電としての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部68、68間の放電間隙72へと転移し、主放電としてのアーク放電に移行するのである。

- 5 また、上記構成を備えたサージ吸収素子60にサージが印加されると、トリガ放電膜78、78間の微小放電間隙76に電界が集中し、これにより微小放電間隙76に電子が放出されてトリガ放電としての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部68、68間の放電間隙72へと転移し、主放電としてのアーク放電に移行してサージの吸収が行われるのである。
- 10

- 上記従来の放電管（サージ吸収素子）60にあっては、放電電極部68の表面に、放電開始電圧の安定に効果的なアルカリヨウ化物の含有された被膜80を形成したことにより、数msという短い間隔で動作させた場合や、立ち上がり時間の早いサージ電圧が印加された場合においても、常に安定した放電開始電圧を得ることができる。
- 15

また、上記放電管（サージ吸収素子）60にあっては、放電回数が約200万回となっても放電開始電圧に大きな変化はなく、放電管（サージ吸収素子）60の長寿命化を図ることもできる。

- 20 （１）上記の通り、放電管60の放電電極部68の表面に、放電開始電圧の安定に効果的なアルカリヨウ化物の含有された被膜80を形成することにより、比較的長寿命な放電管を実現することが可能である。

しかしながら、上記従来の放電管60の寿命特性も必ずしも満足の得られる水準とはいえず、更なる長寿命な放電管の出現が望まれていた。

- 25 本発明は、上記要請に応えるためになされたものであり、その第1の目的は、寿命特性を向上させることができる放電管の実現にある。

(2) また、上記従来の放電管60においては、放電電極部68の構成材料として無酸素銅が広く用いられている。その理由は、無酸素銅で構成された放電電極部68が、放電生成時に酸素等の不純ガスを放出することがなく、気密外囲器66内の放電ガス組成に悪影響を与えることがないためである。

5 ところで、無酸素銅の軟化温度（融点）は約200℃であり、上記の如く放電電極部68を無酸素銅で構成した場合、放電生成時に放電電極部68が高温の熱エネルギーを受けることにより、無酸素銅より成る放電電極部68が溶融して飛散するスパッタが発生し、このスパッタの発生が放電管60の寿命を短くする主因となっていた。

10 本発明は、従来の上記問題に鑑みてなされたものであり、その第2の目的は、放電電極のスパッタを抑制し、放電管の寿命特性を向上させることある。

(3) さらに、放電電極部68を無酸素銅で構成した場合には、追従放電開始電圧の低下を生じ、これが放電管60の寿命を短くする要因となっていた。

15 本発明は、従来の上記問題に鑑みてなされたものであり、その第3の目的は、追従放電開始電圧の低下を生じることのない長寿命な放電管を実現することにある。

(4) 上記従来の放電管60においては、第28図に示す如く、ケース部材62の内壁面74の円周方向に、微小放電間隙76を隔てて対向配置された一対
20 のトリガ放電膜78、78が、90度間隔で4組形成されている。このトリガ放電膜78の構成材料として微粒子状の黒鉛を主原料としたカーボン系材料が広く用いられている。このトリガ放電膜78は、例えば、黒鉛を主原料としたカーボン系材料より成る芯材を、ケース部材62の内壁面74に擦り付けることにより形成されている。

25 ところで、上記放電管60が長時間放置されると、放電ガス中に含まれていた微量な不純ガスや気密外囲器66の封止工程で混入した不純ガスが、放

電電極部68や被膜80の表面に吸着することにより放電電極部68や被膜80の仕事関数を変化させ、その結果、初期放電開始電圧が上昇して、初期放電遅れを生じることがあった。

5 上記トリガ放電膜78は初期電子を供給することにより、係る初期放電遅れを防止する機能を担うために形成されているものであるが、第28図に示す如く、ケース部材62の内壁面74の円周方向に90度間隔で4組形成して成る従来のトリガ放電膜78、78は、必ずしも十分に初期放電遅れを防止することができなかった。

10 また、黒鉛を主原料としたカーボン系材料で構成した従来のトリガ放電膜78は、必ずしも十分に初期放電遅れを防止することができなかった。さらに、微粒子状の黒鉛を主原料としたカーボン系材料で構成した従来のトリガ放電膜78は、ケース部材62の内壁面74との密着力が小さく、通電時の衝撃等により容易に剥離してしまい、初期放電遅れの防止機能を果たさないことがあった。

15 この発明は、従来の上記問題に鑑みてなされたものであり、その第4の目的は、初期放電開始電圧の上昇を防止でき、初期放電遅れを生じることのない長寿命な放電管を実現することにある。

20 (5) 上記従来の放電管60において、アルカリヨウ化物が含有された上記被膜80は、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているため放電開始電圧を低下させる作用を有しており、特に、ヨウ化カリウム(KI)を珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを、放電電極部68の表面に被着して上記被膜80を形成した場合に、放電開始電圧の低下作用が顕著であり好ましいものである。

25 しかしながら、ヨウ化カリウムを珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものをを用いて上記被膜80を形成した場合、放電管60が高温環境下で使用されると放電開始電圧が大きく変動する場合のあること

が判明した。

この発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その第5の目的は、放電電極の表面に、ヨウ化カリウムを珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを被着して被膜を形成した放電管において、高温環境下で使用された場合の放電開始電圧の変動率を抑制することができる放電管を実現することにある。

(6) また、上記従来のサージ吸収素子60においては、トリガ放電膜78、78を、放電電極部68、68を備えた蓋部材64、64と電氣的に接続すると共に、微小放電間隙76を隔てて一対のトリガ放電膜78、78を対向配置させていることから、微小放電間隙76における電界集中の度合いが強く、電子が大量に放出されることから放電開始電圧の低下には寄与するものの、放電生成時に放電電極部68がスパッタされて飛散する電極材料が、対向配置させた一対のトリガ放電膜78、78間の微小放電間隙76に付着してトリガ放電膜78、78間の絶縁劣化を生じ易かった。

15 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その第6の目的は、絶縁劣化の発生を抑制することのできる長寿命なサージ吸収素子の実現にある。

発 明 の 開 示

20 上記第1の目的を達成するため、本発明者は、気密外囲器内に封入する放電ガスの組成材料について種々検討を試みた結果、原子量が大きく、且つ、熱伝導率の小さいKr（クリプトン）が放電管の寿命特性の向上に極めて効果的であることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

すなわち、請求の範囲1に記載の放電管は、気密外囲器内に複数の放電
25 電極を放電間隙を隔てて配置すると共に、上記気密外囲器内に、Krを含む放電ガスを封入したことを特徴とする。

請求の範囲 1 に記載の放電管にあつては、気密外囲器内に、原子量が大きく、且つ、熱伝導率の小さい Kr を含有した放電ガスを封入したことにより、放電電極のスパッタによる消耗を抑制でき、放電管の寿命特性を向上させることができる。これは、以下の理由等によるものと考えられる。

5 すなわち、放電管の陰極側の放電電極は、放電生成時に常に陽イオンの衝撃を受けることによりスパッタされ、その結果、陰極側の放電電極の電極材料が原子状態で飛散して、放電電極や気密外囲器の内壁に付着して黒化させ、これが、表面漏れ電流や気密外囲器の内壁電位を変化させて、放電管の寿命を短くするのである。

10 しかしながら、 Kr は原子量が大きいため、放電生成時に電離した Kr イオンが陰極側の放電電極に向かう際の加速度が小さく、 Kr イオンの移動速度が遅いことから、移動中に Kr イオンが基底状態に戻ったり、他の分子と衝突して熱エネルギーに変換される等するため、陰極側の放電電極に与える衝撃が小さくなり、放電電極のスパッタによる消耗が抑制され
15 と考えられる。

また、 Kr は熱伝導率が小さいことから、 Kr イオンが放電電極に衝突した際に、熱が放電電極に伝導しにくいため、放電電極の熱による溶融が生じにくいものである。従って、放電ガスに Kr を含有すれば、放電生成時に、 Kr イオンが放電電極に衝突しても、放電電極が溶融して飛散する
20 スパッタが抑制されると考えられるのである。

請求の範囲 1 に記載の放電管において、上記放電ガスを、 Kr と H_2 の混合ガスで構成しても良い。このように、放電ガスを、 Kr と H_2 の混合ガスで構成すれば、原子量が小さく、負極性ガスである H_2 により、放電遅れの防止や、放電が持続する続流現象防止に効果がある。

25 また、請求の範囲 1 に記載の放電管において、上記放電ガスを、 Kr と Ar の混合ガスで構成しても良い。このように、放電ガスを、 Kr と Ar

の混合ガスで構成すれば、原子量の小さい A_r により、放電遅れの防止に効果がある。

さらに、請求の範囲 1 に記載の放電管において、上記放電ガスを、 Kr と Ne の混合ガスで構成しても良い。このように、放電ガスを、 Kr と Ne の混合ガスで構成すれば、放電開始電圧の低下作用を有する Ne により、放電生成が容易になる。

上記第 2 の目的を達成するため、本発明者は、放電電極の構成材料について種々検討を試みた結果、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジルコニウム銅が放電電極のスパッタを抑制し、放電管の寿命特性の向上に極めて効果的であることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

すなわち、請求の範囲 5 に記載の放電管は、複数の放電電極を放電間隙を隔てて配置すると共に、これを放電ガスと共に気密外囲器内に封入してなる放電管において、上記放電電極を、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジルコニウム銅で構成したことを特徴とする。

請求の範囲 5 に記載の放電管にあつては、放電電極を、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジルコニウム銅で構成することにより、無酸素銅で放電電極を構成した従来の放電管 60 に比べて、放電管の寿命特性を向上させることができる。これは、以下の理由による。

すなわち、陰極側の放電電極は、放電生成時に常に陽イオンの衝撃及び高温の熱エネルギーを受けることにより、放電電極の電極材料が熔融して飛散するスパッタが発生し、その結果、陰極側の放電電極の電極材料が放電電極や気密外囲器の内壁に付着して黒化させ、これが、表面漏れ電流や気密外囲器の内壁電位を変化させて、放電管の寿命を短くしているのである。

しかしながら、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジルコニウム銅は、軟化温度（融点）が約 500℃であり、無酸素銅の軟化温度（融点）約 200℃に比べて約 2.5 倍も高いことから、放電電極をジルコニウム銅で

構成することにより、放電電極の熱エネルギー耐性が向上し、放電電極のス
パッタによる消耗が抑制され、放電管の寿命特性が向上するのである。

上記第 3 の目的を達成するため、本発明者は、放電ガスの構成材料、及
び放電ガスの封入ガス圧について種々検討を試みた結果、放電ガスをアル
5 ギン単体で構成すると共に、その封入ガス圧を 0.3 ～ 5 気圧とした場合
に、追従放電開始電圧の低下を防止でき、放電管の寿命特性の向上に効果
的であることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

すなわち、請求の範囲 6 に記載の放電管は、無酸素銅で構成された複数
の放電電極を放電間隙を隔てて配置すると共に、これを放電ガスと共に気
10 密外囲器内に封入してなる放電管において、上記放電ガスをアルゴンで構
成すると共に、該アルゴンを 0.3 ～ 5 気圧の圧力で気密外囲器内に封入
したことを特徴とする。

請求の範囲 6 に記載の放電管にあつては、放電ガスをアルゴンで構成す
ると共に、該アルゴンを 0.3 ～ 5 気圧の圧力で気密外囲器内に封入した
15 ことにより、追従放電開始電圧の低下を防止することができ、長寿命な放
電管を実現することができる。

上記第 4 の目的を達成するため、請求の範囲 7 に記載の放電管は、両端
が開口した絶縁材よりなる円筒状のケース部材の両端開口部を、放電電極
を兼ねた一對の蓋部材で気密に封止することによって気密外囲器を形成す
20 ると共に、該気密外囲器内に放電ガスを封入し、また、気密外囲器内に配
置される上記蓋部材の放電電極部間に放電間隙を形成すると共に、上記ケ
ース部材の内壁面に、その両端が上記蓋部材と微小放電間隙を隔てて配置
されたトリガ放電膜を形成して成る放電管であつて、上記トリガ放電膜を、
ケース部材の内壁面の円周方向に、等間隔を設けて 8 本～ 12 本の範囲で
25 形成したことを特徴とする。

請求の範囲 7 に記載の放電管にあつては、トリガ放電膜を、ケース部材

の内壁面の円周方向に等間隔を設けて 8 本～ 12 本の範囲で形成したことにより、初期放電開始電圧の上昇を防止でき、初期放電遅れを生じることのない長寿命な放電管を実現することができる。

上記第 4 の目的を達成するため、請求の範囲 8 に記載の放電管は、両端
5 が開口した絶縁材よりなるケース部材の両端開口部を、放電電極を兼ねた
一対の蓋部材で気密に封止することによって気密外囲器を形成すると共に、
該気密外囲器内に放電ガスを封入し、また、気密外囲器内に配置される上
記蓋部材の放電電極部間に放電間隙を形成すると共に、上記ケース部材の
10 内壁面に、その両端が上記蓋部材と微小放電間隙を隔てて配置されたトリ
ガ放電膜を形成して成る放電管であって、上記トリガ放電膜を、カーボン
ナノチューブを主原料としたカーボン系材料で構成したことを特徴とする。

請求の範囲 8 に記載の放電管にあつては、トリガ放電膜を電子放出特性
に優れたカーボンナノチューブを主原料としたカーボン系材料で構成して
いるので、初期電子を大量に供給することができ、その結果、初期放電開
15 始電圧の上昇を防止でき、初期放電遅れを生じることのない長寿命な放電
管を実現することができる。

また、カーボンナノチューブを主原料としたカーボン系材料で構成した
本発明のトリガ放電膜は、細長いカーボンナノチューブが、ケース部材の
内壁面の微細な凹凸に絡み付いてケース部材内壁面との密着力が大きいた
20 め剥離を生じることが殆どなく、初期放電遅れの防止機能を十分に発揮す
るものである。

請求の範囲 8 に記載の放電管において、上記トリガ放電膜を、カーボン
ナノチューブとアモルファスカーボンの混合物の焼結体にシリコンオイル
を含浸させて成るカーボン系材料で構成することもできる。

25 上記第 5 の目的を達成するため、請求の範囲 10 に記載の放電管は、複
数の放電電極を放電間隙を隔てて配置すると共に、これを放電ガスと共に

5 気密外囲器内に封入し、さらに、上記放電電極の表面に、ヨウ化カリウムを珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを被着して、ヨウ化カリウムが含有された被膜を形成した放電管において、上記ヨウ化カリウムの上記バインダーへの添加量を、0.01～23重量%と成したことを特徴とする。

請求の範囲10に記載の放電管にあつては、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーへのヨウ化カリウムの添加量を0.01～23重量%と成したことにより、高温環境下で使用された場合の放電開始電圧の変動率を、実用上問題のない±10%以内に抑制することができる。

10 請求の範囲10に記載の放電管において、上記ヨウ化カリウムの上記バインダーへの添加量を、5～15重量%と成しても良い。バインダーへのヨウ化カリウムの添加量を5～15重量%と成した場合には、放電開始電圧の変動率を±5%以内に抑制することができるので、より一層好ましい。

15 上記第6の目的を達成するため、請求の範囲12に記載のサージ吸収素子は、両端が開口した絶縁材よりなるケース部材の両端開口部を、放電電極を兼ねた一对の蓋部材で気密に封止することによって気密外囲器を形成すると共に、該気密外囲器内に放電ガスを封入し、また、気密外囲器内に配置される上記蓋部材の放電電極部間に放電間隙を形成すると共に、上記
20 ケース部材の内壁面に、その両端が上記蓋部材と微小放電間隙を隔てて対向配置されたトリガ放電膜を形成し、さらに、上記放電電極部の表面に、アルカリヨウ化物が含有された被膜を形成したことを特徴とする。

請求の範囲12に記載のサージ吸収素子にあつては、トリガ放電膜の両端が、放電電極を兼ねた蓋部材と微小放電間隙を隔てて配置されているので、トリガ放電膜の両端に設けられた微小放電間隙の双方に、放電電極部
25 がスパッタされて飛散する電極材料が付着しない限り絶縁劣化を生じることがない。このため、本発明のサージ吸収素子は、微小放電間隙76を隔て

て一対のトリガ放電膜78, 78を対向配置して成る従来のサージ吸収素子60に比べて、絶縁劣化の発生を抑制することができ、サージ吸収素子の長寿命化を図ることができる。

5 尚、請求の範囲12に記載のサージ吸収素子は、トリガ放電膜が放電電極を兼ねた蓋部材と電氣的に接続されていないため微小放電間隙における電子の放出量は抑制されるが、放電電極部の表面に、仕事関数が小さく電子放出特性に優れたアルカリヨウ化物が含有された被膜を形成しているので、高い応答性も確保できる。

10 請求の範囲12に記載のサージ吸収素子において、上記アルカリヨウ化物としては、例えば、ヨウ化カリウム(KI)、ヨウ化ナトリウム(NaI)、ヨウ化セシウム(CsI)、ヨウ化ルビジウム(RbI)の単体又は混合物が該当する。

図面の簡単な説明

15 第1図は、本発明に係る第1の放電管を示す断面図である。

第2図は、本発明に係る第1の放電管と従来の放電管における、放電回数と放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第3図は、本発明に係る第1の放電管と従来の放電管における、放電回数と放電開始電圧との関係を示すグラフである。

20 第4図は、本発明に係る第1の放電管と従来の放電管における、放電回数と放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第5図は、本発明に係る第1の放電管と従来の放電管における、放電回数と放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第6図は、本発明に係る第2の放電管を示す断面図である。

25 第7図は、本発明に係る第3の放電管を示す断面図である。

第8図は、アルゴンより成る放電ガスを気密外囲器内に2気圧で封入し

た本発明に係る第 3 の放電管を、100ms 間隔で動作させた場合の直流放電開始電圧の推移を示すチャートである。

第 9 図は、アルゴンより成る放電ガスを気密外囲器内に 6 気圧で封入した放電管を、100ms 間隔で動作させた場合の直流放電開始電圧の推移を示すチャートである。

第 10 図は、アルゴンより成る放電ガスを気密外囲器内に 2 気圧で封入した本発明に係る第 3 の放電管と、アルゴン、ネオン及び H₂ の混合ガスを気密外囲器内に 2 気圧で封入した放電管における、放電回数と追隨放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 11 図は、本発明に係る第 4 の放電管を示す断面図である。

第 12 図は、第 11 図の B-B 断面図である。

第 13 図は、トリガ放電膜を 8 本形成した本発明に係る第 4 の放電管における、放電回数と初期放電開始電圧との関係、及び放電回数と追隨放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 14 図は、トリガ放電膜を 10 本形成した本発明に係る第 4 の放電管における、放電回数と初期放電開始電圧との関係、及び放電回数と追隨放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 15 図は、トリガ放電膜を 12 本形成した本発明に係る第 4 の放電管における、放電回数と初期放電開始電圧との関係、及び放電回数と追隨放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 16 図は、トリガ放電膜を 4 本形成した放電管における、放電回数と初期放電開始電圧との関係、及び放電回数と追隨放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 17 図は、トリガ放電膜を 6 本形成した放電管における、放電回数と初期放電開始電圧との関係、及び放電回数と追隨放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 18 図は、トリガ放電膜を 14 本形成した放電管における、放電回数と初期放電開始電圧との関係、及び放電回数と追従放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 19 図は、本発明に係る第 5 の放電管を示す断面図である。

5 第 20 図は、トリガ放電膜を、カーボンナノチューブとアモルファスカーボンの混合物の焼結体にシリコンオイルを含浸させて成るカーボン系材料で構成した本発明に係る第 5 の放電管と、トリガ放電膜を、黒鉛を主原料としたカーボン系材料で構成した放電管における、放電回数と初期放電開始電圧との関係を示すグラフである。

10 第 21 図は、本発明に係る第 6 の放電管を示す断面図である。

第 22 図は、第 21 図の C-C 断面図である。

第 23 図は、バインダーへのヨウ化カリウム (K I) の添加量と直流放電開始電圧の変動率との関係を示すグラフである。

第 24 図は、本発明に係るサージ吸収素子を示す断面図である。

15 第 25 図は、ヨウ化カリウムの配合割合と直流放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 26 図は、ヨウ化カリウムの配合割合とインパルス放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第 27 図は、従来の放電管 (サージ吸収素子) を示す断面図である。

20 第 28 図は、第 27 図の A-A 断面図である。

発明を実施するための最良の形態

第 1 図は、本発明に係る第 1 の放電管 10 を示すものである。この第 1 の放電管 10 は、請求の範囲 1 ~ 4 に対応している。

25 本発明に係る第 1 の放電管 10 は、第 1 図に示すように、両端が開口したセラミック等の絶縁材よりなる円筒状のケース部材 12 の両端開口部を、放

電電極を兼ねた一対の蓋部材14、14で気密に閉塞することによって気密外
囲器16を形成してなる。

上記蓋部材14は、気密外囲器16の中心に向けて大きく突き出た平面状の
放電電極部18と、ケース部材12の端面に接する接合部20を備えており、両
5. 蓋部材14、14の放電電極部18、18間には、所定の放電間隙22が形成されて
いる。

また、上記ケース部材12の内壁面24には、その両端が、放電電極を兼ね
た上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて対向配置された線状のトリ
ガ放電膜28が複数形成されている。該トリガ放電膜28は、カーボン系材料
10 等の導電性材料で構成されている。

上記放電電極部18の表面には、アルカリヨウ化物が含有された絶縁性の
被膜30が形成されている。この被膜30は、ヨウ化カリウム (KI)、ヨウ
化ナトリウム (NaI)、ヨウ化セシウム (CsI)、ヨウ化ルビジウム (RbI) 等のアルカリヨウ化物の単体又は混合物を、珪酸ナトリウム溶液と
15 純水よりなるバインダーに添加したものを、放電電極部18表面に塗布する
ことによって形成することができる。

この場合、アルカリヨウ化物の単体又は混合物が0.01～70重量%、
バインダーが99.99～30重量%の配合割合で混合される。また、バ
インダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は、珪酸ナトリウム
20 溶液が0.01～70重量%、純水が99.99～30重量%となされる。

また、上記被膜30中に、臭化セシウム ($CsBr$)、臭化ルビジウム ($RbBr$)、臭化ニッケル ($NiBr_2$)、臭化インジウム ($InBr_3$)、臭
化コバルト ($CoBr_2$)、臭化鉄 ($FeBr_2$ 、 $FeBr_3$) 等の臭化物
の1種類以上を添加すると、より一層、第1の放電管10の放電開始電圧の
25 安定化を図ることができる。

尚、塩化バリウム ($BaCl$)、フッ化バリウム (BaF)、酸化イット

リウム (Y_2O_3)、塩化イットリウム (YCl_2)、フッ化イットリウム (YF_3)、モリブデン酸カリウム (K_2MoO_4)、タングステン酸カリウム (K_2WO_4)、クロム酸セシウム (Cs_2CrO_4)、酸化プラセオジウム (Pr_6O_{11})、チタン酸カリウム ($K_2Ti_4O_9$) の 1 種類以上を、上記臭
5 化物と共に、或いは上記臭化物以外に、上記被膜30中に添加しても、第1の放電管10の放電開始電圧の安定化に寄与する。

これら物質は、上記アルカリヨウ化物の単体又は混合物とバインダーとの混合物中に、0.01～10重量%の配合割合で添加される。

上記気密外囲器16内には、原子量が大きく、且つ、熱伝導率の小さいKr (クリプトン) を含有した放電ガスが封入されている。
10

放電ガスに、原子量が大きく、且つ、熱伝導率の小さいKr (クリプトン) を含有せしめることにより、第1の放電管10の寿命特性を向上させることができる。これは、以下の理由等によるものと考えられる。

すなわち、陰極側の放電電極部18は、放電生成時に常に陽イオンの衝撃
15 を受けることによりスパッタされ、その結果、陰極側の放電電極部18の電極材料が原子状態で飛散して、放電電極部18や気密外囲器16の内壁に付着して黒化させ、これが、表面漏れ電流や気密外囲器16の内壁電位を変化させて、放電管の寿命を短くするのである。

しかしながら、Krは原子量が大きいいため、放電生成時に電離したKr
20 イオンが陰極側の放電電極部18に向かう際の加速度が小さく、Krイオンの移動速度が遅いことから、移動中にKrイオンが基底状態に戻ったり、他の分子と衝突して熱エネルギーに変換される等するため、陰極側の放電電極部18に与える衝撃が小さくなり、放電電極部18のスパッタによる消耗が抑制されると考えられる。

25 また、Krは熱伝導率が小さいことから、Krイオンが放電電極部18に衝突した際に、熱が放電電極部18に伝導しにくいいため、放電電極部18の熱

による溶融が生じにくいものである。従って、放電ガスにKrを含有すれば、放電生成時に、Krイオンが放電電極部18に衝突しても、放電電極部18が溶融して飛散するスパッタが抑制されると考えられるのである。

尚、放電ガスを原子量の大きいKr単体で構成した場合には、長寿命となる反面、Krの移動速度が遅いことに起因する放電遅れの発生等、放電特性の低下をもたらすため、他のガスと混合して用いるのが望ましい。

例えば、放電ガスを、KrとH₂の混合ガスで構成すれば、原子量が小さく、負極性ガスであるH₂により、放電遅れの防止や、放電が持続する続流現象防止に効果がある。

10 また、放電ガスを、KrとArの混合ガスで構成すれば、原子量の小さいArにより、放電遅れの防止に効果がある。尚、KrとArの混合ガスに、さらに、H₂を混合しても良く、この場合、H₂により、より一層、応答性能を向上させることができると共に、続流現象防止に効果的である。

15 さらに、放電ガスを、KrとNeの混合ガスで構成すれば、放電開始電圧の低下作用を有するNeにより、放電生成が容易になる。

放電ガスを、上記KrとH₂の混合ガス、KrとNeの混合ガス、KrとArの混合ガス、KrとArとH₂の3種類の混合ガスで構成する場合、Krは、3～95体積%の割合で混合するのが好ましい。

すなわち、Krの混合割合が3体積%未満の場合には、寿命特性の向上
20 効果があまり得られず、一方、Krの混合割合が95体積%を越えると放電特性の低下が大きくなるためである。

上記構成を備えた本発明の第1の放電管10にあっては、放電電極を兼ねた上記一対の蓋部材14、14間に、当該第1の放電管10の放電開始電圧以上の電圧が印加されると、トリガ放電膜28の両端と蓋部材14、14間の微小放
25 電間隙26に電界が集中し、これにより微小放電間隙26に電子が放出されてトリガ放電としての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ

放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部18, 18間の放電間隙22へと転移し、主放電としてのアーク放電に移行するのである。本発明の第1の放電管10においては、微小放電間隙26に生ずる元来応答速度の速い沿面コロナ放電をトリガ放電として利用するものであるため、高い応答性を実現できるものである。

本発明の第1の放電管10のトリガ放電膜28, 28は、放電電極を兼ねた蓋部材14, 14と電氣的に接続されていないため、微小放電間隙26における過度な電界集中が抑制され、その結果、安定した放電開始電圧を得ることができる。

すなわち、従来の放電管60のように、トリガ放電膜78, 78が、放電電極を兼ねた蓋部材64, 64と電氣的に接続されていると、微小放電間隙76における電界集中の度合いが強いため電子が大量に放出され易いものの、放電毎の電子放出量が不安定となり易く、その結果、放電開始電圧の不安定化をもたらすことがあった。

これに対し、本発明の第1の放電管10にあつては、トリガ放電膜28, 28が、放電電極を兼ねた蓋部材14, 14と電氣的に接続されていないため、微小放電間隙26における電界集中の度合いが弱く、電子の放出量は抑制されるものの、放電毎の電子放出量が安定し、その結果、安定した放電開始電圧を得ることができるのである。

上記した通り、本発明の第1の放電管10にあつては、気密外囲器16内に、原子量が大きく、且つ、熱伝導率の小さいKrを含有した放電ガスを封入したことにより、放電電極部18のスパッタによる消耗を抑制でき、従来の放電管60に比べて、寿命特性を向上させることができる。

本発明者は、第2図乃至第5図に示すように、放電開始電圧が800Vに設定されている本発明の第1の放電管10と従来の放電管60に関して、放

電回数と放電開始電圧との関係について実験を行った。

すなわち、第2図は、放電ガスをKr単体（100体積%）で構成した本発明の第1の放電管10と、放電ガスをAr、Ne及びH₂の混合ガスで構成した従来の放電管60における放電回数と放電開始電圧との関係を示す
5 グラフである。

また、第3図は、放電ガスを、Kr（20体積%）とAr（80体積%）の混合ガスで構成した本発明の第1の放電管10と、放電ガスをAr、Ne及びH₂の混合ガスで構成した従来の放電管60における放電回数と放電開始電圧との関係を示すグラフである。

10 第4図は、放電ガスを、Kr（10体積%）とAr（90体積%）の混合ガスで構成した本発明の第1の放電管10と、放電ガスをAr、Ne及びH₂の混合ガスで構成した従来の放電管60における放電回数と放電開始電圧との関係を示すグラフである。

15 第5図は、放電ガスを、Kr（5体積%）とAr（95体積%）の混合ガスで構成した本発明の第1の放電管10と、放電ガスをAr、Ne及びH₂の混合ガスで構成した従来の放電管60における放電回数と放電開始電圧との関係を示すグラフである。

第2図乃至第5図の実験結果に示される通り、従来の放電管60の場合には、放電回数が約200万回を越えた付近から放電開始電圧が大きく変動して使用できなくなるのに対し、本発明の第1の放電管10の場合には、放電回数が約1000万回となっても放電開始電圧は安定していた。このように、Krを含有した放電ガスを用いることにより、第1の放電管10の長寿命化が実現されるのである。

25 尚、放電ガス中のKrの割合が100体積%の場合も、5体積%の場合も、放電管10の寿命特性に殆ど変化はなく、従って、放電ガス中に含有されるKrの割合が小さくても十分な寿命特性の向上効果を得ることができ

る。

また、本発明の第 1 の放電管 10 にあつては、放電電極部 18 の表面に、放電開始電圧の安定に効果的なアルカリヨウ化物の含有された被膜 30 を形成したので、当該第 1 の放電管 10 をスイッチングスパークギャップとして使用した場合、図示しないコンデンサからの高電圧パルス（数百 Hz 以上）を受けて、数 ms という短い間隔で常に一定の放電開始電圧で安定的に動作することが可能になる。

さらに、本発明の第 1 の放電管 10 をガスアレスタとして使用した場合、立ち上がり時間の早いサージ電圧が印加された場合であっても、その放電開始電圧に変動を生じる、いわゆる放電開始電圧の「ゆらぎ」を生じにくく、一定の放電開始電圧で安定的に動作することが可能である。

すなわち、放電開始電圧の「ゆらぎ」現象は、サージ電圧が第 1 の放電管 10 に印加された際に、放電の種火としての初期電子やイオンが、放電ガス分子に衝突してこれをイオンと電子に電離させる α 効果、電離されたイオンが放電電極部 18 表面の被膜 30 に衝突して二次電子を放出させる二次電子放出作用（ γ 効果）が安定的に行われなことから生じる現象である。

しかしながら、本発明にあつては、上記被膜 30 に含有されたアルカリヨウ化物が放電ガス分子をイオン化させ易い性質を有しているため、気密外圍器 16 内には多量のイオンが存在し、この結果、安定した α 効果及び二次電子放出作用（ γ 効果）を示すことから、放電開始電圧の「ゆらぎ」を生じにくいものとなっているのである。

第 6 図は、本発明に係る第 2 の放電管 40 を示すものである。この第 2 の放電管 40 は、請求の範囲 5 に対応している。尚、上記第 1 の放電管 10 と同一の構成部材には同一の符号を付す。

本発明に係る第 2 の放電管 40 は、第 6 図に示すように、両端が開口した絶縁材としてのセラミックよりなる円筒状のケース部材 12 の両端開口部を、

放電電極を兼ねた一対の蓋部材14、14で気密に閉塞することによって気密
5 外圍器16を形成してなる。

上記蓋部材14は、気密外圍器16の中心に向けて大きく突き出た平面状の
放電電極部18と、ケース部材12の端面に接する接合部20を備えており、両
5 蓋部材14、14の放電電極部18、18間には、所定の放電間隙22が形成されて
いる。尚、ケース部材12の端面と蓋部材14の接合部20とは、銀ろう等のシ
ール材（図示せず）を介して気密封止されている。

また、上記ケース部材12の内壁面24には、その両端が、放電電極を兼ね
た上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて対向配置された線状のトリ
10 ガ放電膜28が複数形成されている。該トリガ放電膜28は、カーボン系材料
等の導電性材料で構成されている。

放電電極部18と接合部20を備えた上記蓋部材14は、無酸素銅にジルコニ
ウム（Zr）を含有させたジルコニウム銅で構成されている。

このように、放電電極部18を、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジ
ルコニウム銅で構成することにより、無酸素銅で放電電極部68を構成した
15 従来の放電管60に比べて、第2の放電管40の寿命特性を向上させることが
できる。これは、以下の理由による。

すなわち、陰極側の放電電極部18は、放電生成時に常に陽イオンの衝撃
及び高温の熱エネルギーを受けることにより、放電電極部18の電極材料が溶
20 融して飛散するスパッタが発生し、その結果、陰極側の放電電極部18の電
極材料が放電電極部18や気密外圍器16の内壁に付着して黒化させ、これが、
表面漏れ電流や気密外圍器16の内壁電位を変化させて、放電管の寿命を短
くしているのである。

しかしながら、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジルコニウム銅は、
25 軟化温度（融点）が約500℃であり、無酸素銅の軟化温度（融点）約2
00℃に比べて約2.5倍も高いことから、放電電極部18をジルコニウム

銅で構成することにより、放電電極部18の熱エネルギー耐性が向上し、放電電極部18のスパッタによる消耗が抑制され、第2の放電管40の寿命特性が向上するのである。尚、ジルコニウムにはゲッター作用があるため、このゲッター作用による放電特性の向上効果も得られる。

- 5 放電電極部18を、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジルコニウム銅で構成した場合においても、従来の無酸素銅で放電電極部68を構成した場合と同様に、放電生成時に酸素等の不純ガスを放出することがなく、気密外囲器16内の放電ガス組成に悪影響を与えることはない。

- 10 また、ジルコニウム銅の熱膨張係数は、無酸素銅の熱膨張係数と略等しいことから、蓋部材14をジルコニウム銅で構成した場合においても、セラミックよりなるケース部材12との接合に支障を生じることはない。

- 15 上記放電電極部18の表面には、アルカリヨウ化物が含有された絶縁性の被膜30が形成されている。この被膜30は、ヨウ化カリウム (KI)、ヨウ化ナトリウム (NaI)、ヨウ化セシウム (CsI)、ヨウ化ルビジウム (RbI) 等のアルカリヨウ化物の単体又は混合物を、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを、放電電極部18表面に塗布することによって形成することができる。

- 20 この場合、アルカリヨウ化物の単体又は混合物が0.01～70重量%、バインダーが99.99～30重量%の配合割合で混合される。また、バインダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は、珪酸ナトリウム溶液が0.01～70重量%、純水が99.99～30重量%となされる。

- 25 また、上記被膜30中に、臭化セシウム ($CsBr$)、臭化ルビジウム ($RbBr$)、臭化ニッケル ($NiBr_2$)、臭化インジウム ($InBr_3$)、臭化コバルト ($CoBr_2$)、臭化鉄 ($FeBr_2$ 、 $FeBr_3$) 等の臭化物の1種類以上を添加すると、より一層、第2の放電管40の放電開始電圧の安定化を図ることができる。

尚、塩化バリウム (BaCl)、フッ化バリウム (BaF)、酸化イットリウム (Y_2O_3)、塩化イットリウム (YCl_2)、フッ化イットリウム (YF_3)、モリブデン酸カリウム (K_2MoO_4)、タングステン酸カリウム (K_2WO_4)、クロム酸セシウム (Cs_2CrO_4)、酸化プラセオジウム (Pr_6O_{11})、チタン酸カリウム ($\text{K}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$) の 1 種類以上を、上記臭化物と共に、或いは上記臭化物以外に、上記被膜 30 中に添加しても、第 2 の放電管 40 の放電開始電圧の安定化に寄与する。

これら物質は、上記アルカリヨウ化物の単体又は混合物とバインダーとの混合物中に、0.01 ~ 10 重量% の配合割合で添加される。

10 上記気密外囲器 16 内には、所定の放電ガスが封入されている。この放電ガスとしては、例えば、アルゴン、ネオン、ヘリウム、キセノン等の希ガスあるいは窒素ガス等の不活性ガスの単体又は混合ガスが該当する。また、希ガスあるいは不活性ガスの単体又は混合ガスと、 H_2 等の負極性ガスとの混合ガスが該当する。

15 尚、第 1 の放電管 10 と同様に、上記気密外囲器 16 内に、原子量が大きく、且つ、熱伝導率の小さい Kr (クリプトン) を含有した放電ガスを封入することにより、第 2 の放電管 40 の寿命特性を向上させることができる。

上記構成を備えた本発明の第 2 の放電管 40 にあつては、放電電極を兼ねた上記一対の蓋部材 14、14 間に、当該第 2 の放電管 40 の放電開始電圧以上の電圧が印加されると、トリガ放電膜 28 の両端と蓋部材 14、14 間の微小放電間隙 26 に電界が集中し、これにより微小放電間隙 26 に電子が放出されてトリガ放電としての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部 18、18 間の放電間隙 22 へと転移し、主放電 25 電としてのアーク放電に移行するのである。本発明の第 2 の放電管 40 においては、微小放電間隙 26 に生ずる元来応答速度の速い沿面コロナ放電をト

リガ放電として利用するものであるため、高い応答性を実現できるものである。

尚、本発明の第2の放電管40のトリガ放電膜28、28は、放電電極を兼ねた蓋部材14、14と電氣的に接続されていないため、微小放電間隙26における過度な電界集中が抑制され、その結果、安定した放電開始電圧を得ることが
5 ことができる。

すなわち、従来の放電管60のように、トリガ放電膜78、78が、放電電極を兼ねた蓋部材64、64と電氣的に接続されていると、微小放電間隙76における電界集中の度合いが強いため電子が大量に放出され易いものの、放電毎
10 の電子放出量が不安定となり易く、その結果、放電開始電圧の不安定化をもたらすことがあった。

これに対し、本発明の第2の放電管40にあっては、トリガ放電膜28、28が、放電電極を兼ねた蓋部材14、14と電氣的に接続されていないため、微小放電間隙26における電界集中の度合いが弱く、電子の放出量は抑制される
15 ものの、放電毎の電子放出量が安定し、その結果、安定した放電開始電圧を得ることができるのである。

上記した通り、本発明の第2の放電管40にあっては、放電電極部18を、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジルコニウム銅で構成しており、該ジルコニウム銅は無酸素銅より融点が約2.5倍も高いことから、無酸素
20 銅で放電電極部68を構成した従来の放電管60に比べて、放電電極部18の熱エネルギー耐性が向上し、その結果、放電生成時における放電電極部18のスパッタによる消耗が抑制され、第2の放電管40の寿命特性を向上させることができる。

第7図は、本発明に係る第3の放電管42を示すものである。この第3の
25 放電管42は、請求の範囲6に対応している。尚、上記第1の放電管10と同一の構成部材には同一の符号を付す。

本発明に係る第3の放電管42は、第7図に示すように、両端が開口した絶縁材としてのセラミックよりなる円筒状のケース部材12の両端開口部を、放電電極を兼ねた一對の蓋部材14、14で気密に封止することによって気密外囲器16を形成してなる。

5 上記蓋部材14は、気密外囲器16の中心に向けて大きく突き出た平面状の放電電極部18と、ケース部材12の端面に接する接合部20を備えており、両蓋部材14、14の放電電極部18、18間には、所定の放電間隙22が形成されている。尚、ケース部材12の端面と蓋部材14の接合部20とは、銀ろう等のシール材（図示せず）を介して気密封止されている。上記放電間隙22は、例
10 えば1.5mm程度と成される。

また、上記ケース部材12の内壁面24には、その両端が、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて対向配置された線状のトリガ放電膜28が複数形成されている。該トリガ放電膜28は、カーボン系材料等の導電性材料で構成されている。

15 放電電極部18と接合部20を備えた上記蓋部材14は、無酸素銅で構成されている。無酸素銅で構成された放電電極部18は、放電生成時に酸素等の不純ガスを放出することがなく、気密外囲器16内の放電ガス組成に悪影響を与えない。

上記放電電極部18の表面には、放電開始電圧の安定に効果的なアルカリ
20 ヨウ化物が含有された絶縁性の被膜30が形成されている。この被膜30は、ヨウ化カリウム（K I）、ヨウ化ナトリウム（Na I）、ヨウ化セシウム（Cs I）、ヨウ化ルビジウム（Rb I）等のアルカリヨウ化物の単体又は混合物を、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを、放電電極部18表面に塗布することによって形成することができる。

25 この場合、アルカリヨウ化物の単体又は混合物が0.01～70重量%、バインダーが99.99～30重量%の配合割合で混合される。また、バ

インダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は、珪酸ナトリウム溶液が0.01～70重量%、純水が99.99～30重量%となされる。

上記被膜30中に、臭化セシウム (CsBr)、臭化ルビジウム (RbBr)、臭化ニッケル (NiBr_2)、臭化インジウム (InBr_3)、臭化コ
5 バルト (CoBr_2)、臭化鉄 (FeBr_2 、 FeBr_3) 等の臭化物の1種類以上を添加すると、より一層、第3の放電管42の放電開始電圧の安定化を図ることができる。

尚、塩化バリウム (BaCl)、フッ化バリウム (BaF)、酸化イット
リウム (Y_2O_3)、塩化イットリウム (YCl_2)、フッ化イットリウム (Y
10 F_3)、モリブデン酸カリウム (K_2MoO_4)、タングステン酸カリウム (K_2WO_4)、クロム酸セシウム (Cs_2CrO_4)、酸化プラセオジウム (Pr_6O_{11})、チタン酸カリウム ($\text{K}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$) の1種類以上を、上記臭化物と共に、或いは上記臭化物以外に、上記被膜30中に添加しても、第3の放電管42の放電開始電圧の安定化に寄与する。

15 これら物質は、上記アルカリヨウ化物の単体又は混合物とバインダーとの混合物中に、0.01～10重量%の配合割合で添加される。

尚、アルカリヨウ化物が含有された絶縁性の上記被膜30は、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているため放電開始電圧を低下させる作用を有しており、特に、ヨウ化カリウム (KI) を珪酸ナトリウム溶液と純水よ
20 りなるバインダーに添加して被膜30を形成した場合に、放電開始電圧の低下作用が顕著である。

この場合、バインダー（珪酸ナトリウム溶液と純水の配合比は1：1）に添加するヨウ化カリウムの配合割合が40重量%を越えると、バインダーに対するヨウ化カリウムの溶解度が飽和となりそれ以上溶解されないため、ヨウ化カリウムの配合割合は、0.1重量%～40重量%の範囲と成
25 すのが好ましく、ヨウ化カリウムの配合割合が40重量%の場合に、放電

開始電圧の低下作用が最も大きくなる。

上記気密外囲器16内には、アルゴンより成る放電ガスが、0.3～5気圧の圧力で封入されている。

5 このように、気密外囲器16内にアルゴンより成る放電ガスを0.3～5気圧の圧力で封入したことにより、本発明に係る第3の放電管42を一定の時間間隔で繰り返し動作させた場合における初回の放電開始電圧（初期放電開始電圧）に続く2回目以降の放電開始電圧（追隨放電開始電圧）の低下を防止することができる。

10 気密外囲器16内へのアルゴンの封入ガス圧を0.3～5気圧の範囲とするのは次の理由による。すなわち、封入ガス圧が0.3気圧より低い場合には、気密外囲器16中のガス分子量が少ないため、放電生成時に陽イオンがガス分子と衝突することなく陰極側の放電電極部18に衝突する割合が高くなり、この結果、陰極側の放電電極部18のスパッタ量が増加する。そして、スパッタされた陰極側の放電電極部18の電極材料は、原子状態で飛散
15 し、ガス分子を吸着しつつ気密外囲器16の内壁に付着するため、気密外囲器16内の放電ガス組成を変質させることとなり、その結果、放電開始電圧が不安定化するのである。

一方、封入ガス圧が5気圧より高い場合には、放電電極部18、18の電界集中が生じ易い部分間において低電圧で局所放電が生成されることがあり、
20 放電開始電圧が不安定化する。

従って、アルゴンの封入ガス圧は、上記の通り、0.3～5気圧の範囲内とするのが適当である。

本発明の上記第3の放電管42にあっては、放電電極を兼ねた上記一対の蓋部材14、14間に、当該第3の放電管42の放電開始電圧以上の電圧が印加
25 されると、トリガ放電膜28の両端と蓋部材14、14間の微小放電間隙26に電界が集中し、これにより微小放電間隙26に電子が放出されてトリガ放電と

しての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部18、18間の放電間隙22へと転移し、主放電としてのアーク放電に移行するのである。本発明の第3の放電管42においては、微小放電間隙26に生ずる元来応答速度の速い沿面コロナ放電をトリガ放電として利用するものであるため、高い応答性を実現できるものである。

尚、本発明の第3の放電管42の各トリガ放電膜28の両端は、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて配置されているので、トリガ放電膜28の両端に設けられた微小放電間隙26の双方に、放電電極部18がスパッタされて飛散する電極材料が付着しない限り絶縁劣化を生じることがない。このため、本発明の第3の放電管42は、微小放電間隙76を隔てて一対のトリガ放電膜78、78を対向配置して成る従来の放電管60に比べて、絶縁劣化の発生を抑制することができる。

この場合、トリガ放電膜28が放電電極を兼ねた蓋部材14、14と電氣的に接続されていないため微小放電間隙26における電子の放出量は抑制されるが、放電電極部18の表面に、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているアルカリヨウ化物が含有された被膜30を形成しているので、高い応答性も確保できる。

上記した通り、本発明の第3の放電管42にあっては、気密外囲器16内にアルゴンより成る放電ガスを0.3～5気圧の圧力で封入したことにより、追従放電開始電圧の低下を生じることがなく、長寿命な放電管を実現することができる。

第8図は、アルゴンより成る放電ガスを気密外囲器16内に2気圧で封入して成り、その直流放電開始電圧が800Vに設定されている本発明に係る第3の放電管42を、100ms間隔で動作させた場合の直流放電開始電圧の推移を示すチャートであり、当該チャートに示される通り、この第3

の放電管42にあつては、追隨放電開始電圧が常に定格の800V程度で安定していることがわかる。

一方、第9図は、アルゴンより成る放電ガスを気密外囲器16内に6気圧で封入して成り、その直流放電開始電圧が800Vに設定されている放電管を、100ms間隔で動作させた場合の直流放電開始電圧の推移を示すチャートであり、当該チャートに示される通り、この放電管の場合には、追隨放電開始電圧が定格の800Vより低下する場合が多発し、極めて不安定である。

また、第10図は、アルゴンより成る放電ガスを気密外囲器内に2気圧で封入した本発明に係る第3の放電管42と、アルゴン(40%)、ネオン(40%)及びH₂(20%)の混合ガスを気密外囲器16内に2気圧で封入した放電管における、放電回数と追隨放電開始電圧との関係を示すグラフである。このグラフに示される通り、アルゴン、ネオン及びH₂の混合ガスを気密外囲器16内に封入した放電管の場合(第10図のグラフB)には、放電回数が40万回に達する前に追隨放電開始電圧が低下して使用できなくなるのに対し、本発明の第3の放電管42の場合(第10図のグラフA)には、放電回数が100万回を越えても追隨放電開始電圧に大きな変化はなく、長寿命化が実現されている。

第11図及び第12図は、本発明に係る第4の放電管44を示すものである。この第4の放電管44は、請求の範囲7に対応している。尚、上記第1の放電管10と同一の構成部材には同一の符号を付す。

本発明に係る第4の放電管44は、第11図及び第12図に示すように、両端が開口した絶縁材としてのセラミックよりなる円筒状のケース部材12の両端開口部を、放電電極を兼ねた一対の蓋部材14、14で気密に封止することによって気密外囲器16を形成してなる。

上記蓋部材14は、気密外囲器16の中心に向けて大きく突き出た平面状の

放電電極部18と、ケース部材12の端面に接する接合部20を備えており、両蓋部材14、14の放電電極部18、18間には、所定の放電間隙22が形成されている。この放電間隙22は、例えば1.5mm程度と成される。

5 放電電極部18と接合部20を備えた上記蓋部材14は、無酸素銅や、無酸素銅にジルコニウム（Zr）を含有させたジルコニウム銅で構成されている。尚、ケース部材12の端面と蓋部材14の接合部20とは、銀ろう等のシール材（図示せず）を介して気密封止されている。

10 また、上記ケース部材12の内壁面24には、その両端が、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて配置された線状のトリガ放電膜28が複数形成されている。第11図及び第12図においては、トリガ放電膜28を、ケース部材12の内壁面24の円周方向に、45度間隔で8本形成した場合を示したが、これは一例であり、上記トリガ放電膜28は、ケース部材12の内壁面24の円周方向に、等間隔を設けて8本～12本の範囲で形成されるものである。

15 上記トリガ放電膜28は、カーボン系材料等の導電性材料で構成されている。このトリガ放電膜28は、例えば、カーボン系材料より成る芯材を擦り付けることにより形成することができる。

20 因みに、上記ケース部材12の全長L（第11図参照）が4.6mm、内径D1（第12図参照）が6mmの場合、上記トリガ放電膜28の長さは3mm、幅は0.57mmに設定される。

上記放電電極部18の表面には、放電開始電圧の安定に効果的なアルカリヨウ化物が含有された絶縁性の被膜30が形成されている。この被膜30は、ヨウ化カリウム（KI）、ヨウ化ナトリウム（NaI）、ヨウ化セシウム（CsI）、ヨウ化ルビジウム（RbI）等のアルカリヨウ化物の単体又は混
25 合物を、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを、放電電極部18表面に塗布することによって形成することができる。

この場合、アルカリヨウ化物の単体又は混合物が0.01～70重量%、バインダーが99.99～30重量%の配合割合で混合される。また、バインダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は、珪酸ナトリウム溶液が0.01～70重量%、純水が99.99～30重量%となされる。

- 5 上記被膜30中に、臭化セシウム (CsBr)、臭化ルビジウム (RbBr)、臭化ニッケル (NiBr_2)、臭化インジウム (InBr_3)、臭化コバルト (CoBr_2)、臭化鉄 (FeBr_2 、 FeBr_3) 等の臭化物の1種類以上を添加すると、より一層、第4の放電管44の放電開始電圧の安定化を図ることができる。
- 10 尚、塩化バリウム (BaCl)、フッ化バリウム (BaF)、酸化イットリウム (Y_2O_3)、塩化イットリウム (YCl_2)、フッ化イットリウム (YF_3)、モリブデン酸カリウム (K_2MoO_4)、タングステン酸カリウム (K_2WO_4)、クロム酸セシウム (Cs_2CrO_4)、酸化プラセオジウム (Pr_6O_{11})、チタン酸カリウム ($\text{K}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$) の1種類以上を、上記臭
- 15 化物と共に、或いは上記臭化物以外に、上記被膜30中に添加しても、第4の放電管44の放電開始電圧の安定化に寄与する。

これら物質は、上記アルカリヨウ化物の単体又は混合物とバインダーとの混合物中に、0.01～10重量%の配合割合で添加される。

- 20 尚、アルカリヨウ化物が含有された絶縁性の上記被膜30は、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているため放電開始電圧を低下させる作用を有しており、特に、ヨウ化カリウム (KI) を珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加して被膜30を形成した場合に、放電開始電圧の低下作用が顕著である。

- 25 この場合、バインダー（珪酸ナトリウム溶液と純水の配合比は1：1）に添加するヨウ化カリウムの配合割合が40重量%を越えると、バインダーに対するヨウ化カリウムの溶解度が飽和となりそれ以上溶解されないた

め、ヨウ化カリウムの配合割合は、0.1重量%～40重量%の範囲と成すのが好ましく、ヨウ化カリウムの配合割合が40重量%の場合に、放電開始電圧の低下作用が最も大きくなる。

5 上記気密外囲器16内には、所定の放電ガスが封入されている。この放電ガスとしては、例えば、アルゴン、ネオン、ヘリウム、キセノン等の希ガスあるいは窒素ガス等の不活性ガスの単体又は混合ガスが該当する。また、希ガスあるいは不活性ガスの単体又は混合ガスと、 H_2 等の負極性ガスとの混合ガスが該当する。

10 本発明の上記第4の放電管44にあっては、放電電極を兼ねた上記一对の蓋部材14、14間に、当該第4の放電管44の放電開始電圧以上の電圧が印加されると、トリガ放電膜28の両端と蓋部材14、14間の微小放電間隙26に電界が集中し、これにより微小放電間隙26に電子が放出されてトリガ放電としての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部18、18間の放電間隙22へと転移し、主放電としてのアーク放電に移行するのである。

20 而して、本発明の第4の放電管44にあっては、トリガ放電膜28を、ケース部材12の内壁面24の円周方向に等間隔を設けて8本～12本の範囲で形成したことにより、初期放電開始電圧の上昇を防止でき、初期放電遅れを生じることのない長寿命な放電管を実現することができる。尚、初期放電開始電圧は、放電管を繰り返し動作させた場合における初回の放電開始電圧のことをいい、この初期放電開始電圧に続く2回目以降の放電開始電圧を追従放電開始電圧という。

25 すなわち、ケース部材12の内壁面24に形成するトリガ放電膜28が7本以下の場合には、初期電子の供給量が不足し、初期放電遅れを十分に防止することができない。

一方、ケース部材12の内壁面24に形成するトリガ放電膜28が13本以上の場合には、初期放電開始電圧の上昇は抑制できるものの、トリガ放電が放電電極部18、18間の主放電に移行せず、トリガ放電膜28で放電が持続してしまい、その結果、追従放電開始電圧が低下するという問題が発生する。

5 従って、トリガ放電膜28は、上記の通り、ケース部材12の内壁面24の円周方向に等間隔を設けて8本～12本の範囲で形成するのが適当である。

第13図乃至第15図は、直流放電開始電圧が800Vに設定されている本発明の第4の放電管44について、放電回数と初期放電開始電圧との関係、及び放電回数と追従放電開始電圧との関係を示すグラフである。

10 すなわち、第13図は、トリガ放電膜28を、ケース部材12の内壁面24の円周方向に45度間隔で8本形成して成る本発明に係る第4の放電管44における、放電回数と初期放電開始電圧との関係（第13図のA）、及び放電回数と追従放電開始電圧との関係（第13図のB）を示すグラフである。また、第14図は、トリガ放電膜28を、ケース部材12の内壁面24の円周方向に36度間隔で10本形成して成る本発明に係る第4の放電管44にお
15 ける、放電回数と初期放電開始電圧との関係（第14図のA）、及び放電回数と追従放電開始電圧との関係（第14図のB）を示すグラフである。さらに、第15図は、トリガ放電膜28を、ケース部材12の内壁面24の円周方向に30度間隔で12本形成して成る本発明に係る第4の放電管44にお
20 ける、放電回数と初期放電開始電圧との関係（第15図のA）、及び放電回数と追従放電開始電圧との関係（第15図のB）を示すグラフである。

一方、第16図乃至第18図は、本発明の第4の放電管44に対する比較例としての放電管について、放電回数と初期放電開始電圧との関係、及び放電回数と追従放電開始電圧との関係を示すグラフである。

25 すなわち、第16図は、トリガ放電膜28を、ケース部材12の内壁面24の円周方向に90度間隔で4本形成して成る比較例としての放電管における、

放電回数と初期放電開始電圧との関係（第 16 図の A）、及び放電回数と
追隨放電開始電圧との関係（第 16 図の B）を示すグラフである。また、
第 17 図は、トリガ放電膜 28 を、ケース部材 12 の内壁面 24 の円周方向に 6
0 度間隔で 6 本形成して成る比較例としての放電管における、放電回数と
5 初期放電開始電圧との関係（第 17 図の A）、及び放電回数と追隨放電開
始電圧との関係（第 17 図の B）を示すグラフである。さらに、第 18 図
は、トリガ放電膜 28 を、ケース部材 12 の内壁面 24 の円周方向に約 26 度間
隔で 14 本形成して成る比較例としての放電管における、放電回数と初期
放電開始電圧との関係（第 18 図の A）、及び放電回数と追隨放電開始電
10 圧との関係（第 18 図の B）を示すグラフである。

第 13 図乃至第 15 図に示される通り、トリガ放電膜 28 をケース部材 12
の内壁面 24 の円周方向に等間隔を設けて 8 本（第 13 図）、10 本（第 1
4 図）、12 本（第 15 図）形成した本発明の第 4 の放電管 44 の場合には、
放電回数が 100 万回を越えても初期放電開始電圧に大きな変化はなく、
15 従って初期放電遅れを生じることがなく長寿命化が実現されている。また、
第 13 図乃至第 15 図に示した本発明の第 4 の放電管 44 の場合には、追隨
放電開始電圧も安定している。

これに対し、第 16 図及び第 17 図に示される通り、トリガ放電膜 28 を
ケース部材 12 の内壁面 24 の円周方向に等間隔を設けて 4 本（第 16 図）、
20 6 本（第 17 図）形成した比較例の放電管の場合には、放電回数が約 20
万回程度から初期放電開始電圧が上昇し、初期放電遅れが発生している。

また、第 18 図に示される通り、トリガ放電膜 28 をケース部材 12 の内壁
面 24 の円周方向に等間隔を設けて 14 本形成した比較例の放電管の場合に
は、本発明の第 4 の放電管 44 と同様に、初期放電開始電圧の上昇は抑制で
25 きるものの、放電回数が約 60 万回程度から追隨放電開始電圧が低下し始
め使用に適さなくなっている。

尚、本発明の第4の放電管44の各トリガ放電膜28の両端は、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて配置されているので、トリガ放電膜28の両端に設けられた微小放電間隙26の双方に、放電電極部18がスパッタされて飛散する電極材料が付着しない限り絶縁劣化を生じることがない。このため、本発明の第4の放電管44は、微小放電間隙26を隔てて一対のトリガ放電膜78、78を対向配置して成る従来の放電管60に比べて、絶縁劣化の発生を抑制することができる。

この場合、トリガ放電膜28が放電電極を兼ねた蓋部材14、14と電氣的に接続されていないため微小放電間隙26における電界集中の度合は抑制されるが、上記の通り、放電電極部18の表面に、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているアルカリヨウ化物が含有された被膜30が形成されているので、高い応答性が損なわれることはない。

第19図は、本発明に係る第5の放電管46を示すものである。この第5の放電管46は、請求の範囲8及び9に対応している。尚、上記第1の放電管10と同一の構成部材には同一の符号を付す。

本発明に係る第5の放電管46は、第19図に示すように、両端が開口した絶縁材としてのセラミックよりなる円筒状のケース部材12の両端開口部を、放電電極を兼ねた一対の蓋部材14、14で気密に封止することによって気密外囲器16を形成してなる。

上記蓋部材14は、気密外囲器16の中心に向けて大きく突き出た平面状の放電電極部18と、ケース部材12の端面に接する接合部20を備えており、両蓋部材14、14の放電電極部18、18間には、所定の放電間隙22が形成されている。この放電間隙22は、例えば1.5mm程度と成される。

放電電極部18と接合部20を備えた上記蓋部材14は、無酸素銅や、無酸素銅にジルコニウム(Zr)を含有させたジルコニウム銅で構成されている。尚、ケース部材12の端面と蓋部材14の接合部20とは、銀ろう等のシール材

(図示せず)を介して気密封止されている。

上記気密外囲器16内には、所定の放電ガスが封入されている。この放電ガスとしては、例えば、アルゴン、ネオン、ヘリウム、キセノン等の希ガスあるいは窒素ガス等の不活性ガスの単体又は混合ガスが該当する。また、
5 希ガスあるいは不活性ガスの単体又は混合ガスと、 H_2 等の負極性ガスとの混合ガスが該当する。

また、上記ケース部材12の内壁面24には、その両端が、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて配置された線状のトリガ放電膜28が複数形成されている。

10 上記トリガ放電膜28は、カーボンナノチューブを主原料としたカーボン系材料で構成されている。具体的には、主原料であるカーボンナノチューブを80%、アモルファスカーボンを20%の割合で混合した混合物の焼結体に、シリコンオイルを含浸させて成るカーボン系材料で構成されている。上記アモルファスカーボンは、結合材として機能するものであり、該
15 アモルファスカーボンを介して、カーボンナノチューブ同士を強固に結合することができる。

上記カーボンナノチューブは、炭素原子の6員環の連続より成るグラファイト構造体が円筒状になった仕事関数の低い導電体であり、その先端部は円錐状となっていて極めて尖鋭である。またカーボンナノチューブは、
20 直径が2nm~数十nm程度、長さが0.5~1 μ m程度と細長く、直径に対する高さの割合であるアスペクト比が大きい。このように、カーボンナノチューブは、先端部が尖鋭であると共にアスペクト比が大きいことから、先端部に強い電界集中が生じ、優れた電子放出特性を備えているものである。尚、カーボンナノチューブは、単層カーボンナノチューブだけでなく、円筒状のグラファイト構造体が複数同心円状に重なって形成された
25 多層カーボンナノチューブを用いることもできる。

上記トリガ放電膜28は、カーボンナノチューブとアモルファスカーボンの混合物の焼結体にシリコンオイルを含浸させて成るカーボン系材料で構成した芯材を、ケース部材12の内壁面24に擦り付けて、カーボン系材料を付着させることにより形成することができる。

- 5 この場合、シリコンオイルを、カーボンナノチューブとアモルファスカーボンの混合物の焼結体に含浸させたことにより、上記芯材をケース部材12の内壁面24に擦り付けた際のカーボン系材料の付着性が向上する。

尚、上記シリコンオイルは、不純ガスを発生させるものであるが、気密
10 外囲器16の形成過程で、シリコンオイルは蒸発して排気されるので、気密
外囲器16内の放電ガス組成に悪影響を与えることはない。すなわち、上記
気密外囲器16は、約800度の加熱雰囲気中において、ケース部材12内の
真空排気を行った後、所定の放電ガスを導入し、その後、ケース部材12と
蓋部材14とをシール材を介して気密封止して形成されるものであるため、
上記シリコンオイルは、約800度の加熱雰囲気中で蒸発すると共に、真
15 空排気過程で排気されることとなる。

上記放電電極部18の表面には、放電開始電圧の安定に効果的なアルカリ
ヨウ化物が含有された絶縁性の被膜30が形成されている。この被膜30は、
ヨウ化カリウム(KI)、ヨウ化ナトリウム(NaI)、ヨウ化セシウム(CsI)、
ヨウ化ルビジウム(RbI)等のアルカリヨウ化物の単体又は混
20 合物を、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを、
放電電極部18表面に塗布することによって形成することができる。

この場合、アルカリヨウ化物の単体又は混合物が0.01~70重量%、
バインダーが99.99~30重量%の配合割合で混合される。また、バ
インダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は、珪酸ナトリウム
25 溶液が0.01~70重量%、純水が99.99~30重量%となされる。

上記被膜30中に、臭化セシウム(CsBr)、臭化ルビジウム(RbBr)

r)、臭化ニッケル (NiBr_2)、臭化インジウム (InBr_3)、臭化コバルト (CoBr_2)、臭化鉄 (FeBr_2 、 FeBr_3) 等の臭化物の 1 種類以上を添加すると、より一層、第 5 の放電管 46 の放電開始電圧の安定化を図ることができる。

5 尚、塩化バリウム (BaCl)、フッ化バリウム (BaF)、酸化イットリウム (Y_2O_3)、塩化イットリウム (YCl_2)、フッ化イットリウム (YF_3)、モリブデン酸カリウム (K_2MoO_4)、タングステン酸カリウム (K_2WO_4)、クロム酸セシウム (Cs_2CrO_4)、酸化プラセオジウム (Pr_6O_{11})、チタン酸カリウム ($\text{K}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$) の 1 種類以上を、上記臭化物と共に、或いは上記臭化物以外に、上記被膜 30 中に添加しても、第 5 の放電管 46 の放電開始電圧の安定化に寄与する。

これら物質は、上記アルカリヨウ化物の単体又は混合物とバインダーとの混合物中に、0.01～10 重量%の配合割合で添加される。

15 尚、アルカリヨウ化物が含有された絶縁性の上記被膜 30 は、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているため放電開始電圧を低下させる作用を有しており、特に、ヨウ化カリウム (KI) を珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加して被膜 30 を形成した場合に、放電開始電圧の低下作用が顕著である。

20 この場合、バインダー（珪酸ナトリウム溶液と純水の配合比は 1 : 1）に添加するヨウ化カリウムの配合割合が 40 重量%を越えると、バインダーに対するヨウ化カリウムの溶解度が飽和となりそれ以上溶解されないため、ヨウ化カリウムの配合割合は、0.1 重量%～40 重量%の範囲と成すのが好ましく、ヨウ化カリウムの配合割合が 40 重量%の場合に、放電開始電圧の低下作用が最も大きくなる。

25 本発明の上記第 5 の放電管 46 にあつては、放電電極を兼ねた上記一対の蓋部材 14、14 間に、当該第 5 の放電管 46 の放電開始電圧以上の電圧が印加

されると、トリガ放電膜28の両端と蓋部材14、14間の微小放電間隙26に電界が集中し、これにより微小放電間隙26に電子が放出されてトリガ放電としての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部18、18間の放電間隙22へと転移し、主放電としてのアーク放電に移行するのである。

而して、本発明の第5の放電管46にあっては、トリガ放電膜28を電子放出特性に優れたカーボンナノチューブを主原料としたカーボン系材料で構成しているので、初期電子を大量に供給することができ、その結果、初期放電開始電圧の上昇を防止でき、初期放電遅れを生じることのない長寿命な放電管を実現することができる。

また、カーボンナノチューブを主原料としたカーボン系材料で構成した本発明のトリガ放電膜28は、細長いカーボンナノチューブが、ケース部材12の内壁面24の微細な凹凸に絡み付いてケース部材内壁面24との密着力が大きいため剥離を生じることが殆どなく、初期放電遅れの防止機能を十分に発揮するものである。

第20図は、トリガ放電膜28を、カーボンナノチューブとアモルファスカーボンの混合物の焼結体にシリコンオイルを含浸させて成るカーボン系材料で構成した本発明に係る第5の放電管46と、トリガ放電膜28を、黒鉛を主原料としたカーボン系材料で構成した放電管における、放電回数と初期放電開始電圧との関係を示すグラフである。このグラフに示される通り、トリガ放電膜28を、黒鉛を主原料としたカーボン系材料で構成した放電管の場合（第20図のグラフB）には、放電回数が約60万回程度から初期放電開始電圧が上昇し、初期放電遅れが発生するのに対し、本発明の第5の放電管46の場合（第20図のグラフA）には、放電回数が100万回を越えても初期放電開始電圧に大きな変化はなく、従って初期放電遅れを生

じることがなく長寿命化が実現されている。

尚、本発明の第5の放電管46の各トリガ放電膜28の両端は、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて配置されているので、トリガ放電膜28の両端に設けられた微小放電間隙26の双方に、放電電極部
5 18がスパッタされて飛散する電極材料が付着しない限り絶縁劣化を生じることがない。このため、本発明の第5の放電管46は、微小放電間隙26を隔てて一対のトリガ放電膜78、78を対向配置して成る従来の放電管60に比べて、絶縁劣化の発生を抑制することができる。

この場合、トリガ放電膜28が放電電極を兼ねた蓋部材14、14と電氣的に
10 接続されていないため微小放電間隙26における電界集中の度合は抑制されるが、上記の通り、トリガ放電膜28が、電子放出特性に優れたカーボンナノチューブを主原料とするカーボン系材料で構成されている共に、放電電極部18の表面にも、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているアルカリ
ヨウ化物が含有された被膜30が形成されているので、高い応答性が損なわ
15 れることはない。

第21図及び第22図は、本発明に係る第6の放電管48を示すものである。この第6の放電管48は、請求の範囲10及び11に対応している。尚、上記第1の放電管10と同一の構成部材には同一の符号を付す。

本発明に係る第6の放電管48は、第21図及び第22図に示すように、
20 両端が開口した絶縁材としてのセラミックよりなる円筒状のケース部材12の両端開口部を、放電電極を兼ねた一対の蓋部材14、14で気密に封止することによって気密外圍器16を形成してなる。

上記蓋部材14は、気密外圍器16の中心に向けて大きく突き出た平面状の放電電極部18と、ケース部材12の端面に接する接合部20を備えており、両
25 蓋部材14、14の放電電極部18、18間には、所定の放電間隙22が形成されている。

放電電極部18と接合部20を備えた上記蓋部材14は、無酸素銅や、無酸素銅にジルコニウム（Zr）を含有させたジルコニウム銅で構成されている。尚、ケース部材12の端面と蓋部材14の接合部20とは、銀ろう等のシール材（図示せず）を介して気密封止されている。

5 また、上記ケース部材12の内壁面24には、その両端が、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて配置された線状のトリガ放電膜28が複数形成されている。第21図及び第22図においては、トリガ放電膜28を、ケース部材12の内壁面24の円周方向に、45度間隔で8本形成した場合が例示されている。

10 上記トリガ放電膜28は、カーボン系材料等の導電性材料で構成されている。このトリガ放電膜28は、例えば、カーボン系材料より成る芯材を擦り付けることにより形成することができる。

15 上記放電電極部18の表面には、ヨウ化カリウム（KI）が含有された絶縁性の被膜30が形成されている。この被膜30は、放電開始電圧の安定に効果的であり、且つ、仕事関数が小さく電子放出特性に優れていて放電開始電圧を低下させる作用を有するものである。

上記被膜30は、ヨウ化カリウムを、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを、放電電極部18表面に塗布（被着）することによって形成することができる。

20 この場合、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーへのヨウ化カリウムの添加量は、0.01～23重量%、好ましくは5～15重量%と成される。

25 また、バインダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は、珪酸ナトリウム溶液が50～67%重量%、好ましくは60重量%、純水が50～33重量%、好ましくは40重量%と成される。

上記被膜30中に、臭化セシウム（CsBr）、臭化ルビジウム（RbBr）

r)、臭化ニッケル (NiBr_2)、臭化インジウム (InBr_3)、臭化コバルト (CoBr_2)、臭化鉄 (FeBr_2 、 FeBr_3) 等の臭化物の 1 種類以上を添加すると、より一層、第 6 の放電管 48 の放電開始電圧の安定化を図ることができる。

- 5 尚、塩化バリウム (BaCl)、フッ化バリウム (BaF)、酸化イットリウム (Y_2O_3)、塩化イットリウム (YCl_2)、フッ化イットリウム (YF_3)、モリブデン酸カリウム (K_2MoO_4)、タングステン酸カリウム (K_2WO_4)、クロム酸セシウム (Cs_2CrO_4)、酸化プラセオジウム (Pr_6O_{11})、チタン酸カリウム ($\text{K}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$) の 1 種類以上を、上記臭化物と共に、或いは上記臭化物以外に、上記被膜 30 中に添加しても、第 6 の放電管 48 の放電開始電圧の安定化に寄与する。

これら物質は、上記ヨウ化カリウムとバインダーとの混合物中に、0.01 ~ 10 重量%の配合割合で添加される。

- 15 上記気密外囲器 16 内には、所定の放電ガスが封入されている。この放電ガスとしては、例えば、アルゴン、ネオン、ヘリウム、キセノン等の希ガスあるいは窒素ガス等の不活性ガスの単体又は混合ガスが該当する。また、希ガスあるいは不活性ガスの単体又は混合ガスと、 H_2 等の負極性ガスとの混合ガスが該当する。

- 20 本発明の上記第 6 の放電管 48 にあっては、放電電極を兼ねた上記一対の蓋部材 14、14 間に、当該第 6 の放電管 48 の放電開始電圧以上の電圧が印加されると、トリガ放電膜 28 の両端と蓋部材 14、14 間の微小放電間隙 26 に電界が集中し、これにより微小放電間隙 26 に電子が放出されてトリガ放電としての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部 18、18 間の放電間隙 22 へと転移し、主放電としてのアーク放電に移行するのである。

尚、本発明の第6の放電管48の各トリガ放電膜28の両端は、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて配置されているので、トリガ放電膜28の両端に設けられた微小放電間隙26の双方に、放電電極部18がスパッタされて飛散する電極材料が付着しない限り絶縁劣化を生じることがない。このため、本発明の第6の放電管48は、微小放電間隙76を隔てて一対のトリガ放電膜78、78を対向配置して成る従来の放電管60に比べて、絶縁劣化の発生を抑制することができる。

この場合、トリガ放電膜28が放電電極を兼ねた蓋部材14、14と電氣的に接続されていないため微小放電間隙26における電界集中の度合は抑制されるが、上記の通り、放電電極部18の表面に、仕事関数が小さく電子放出特性に優れている上記被膜30が形成されているので、高い応答性が損なわれることはない。

而して、本発明の第6の放電管48にあっては、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーへのヨウ化カリウムの添加量を、0.01～23重量%と成したことにより、高温環境下で使用された場合であっても放電開始電圧の変動率を小さく抑制することができる。

第23図は、本発明に係る第6の放電管48を、150℃で加熱後、50時間放置した場合における、バインダーへのヨウ化カリウム(KI)の添加量と直流放電開始電圧の変動率との関係を示すグラフである。尚、使用した第6の放電管48は、放電電極部18を無酸素銅、放電ガスをArで構成し、また、バインダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は60重量%：40重量%と成されている。

直流放電開始電圧の変動率が±10%以内であれば実用上問題はなく、第23図のグラフに示される通り、バインダーへのヨウ化カリウムの添加量が0.01～23重量%であれば、放電開始電圧の変動率を±10%以内に抑制することができる。また、バインダーへのヨウ化カリウムの添加

量が5～15重量%の場合には、放電開始電圧の変動率を±5%以内に抑制することができるので、より一層好ましいといえる。

尚、バインダー中の珪酸ナトリウム溶液の量が多いと、バインダーの粘性が高くなるため、放電電極部18表面にバインダーを塗布（被着）して形成する上記被膜30の膜厚が不均一となり易く、その結果、放電開始電圧にバラツキを生じる要因となる。

一方、バインダー中の珪酸ナトリウム溶液の量が少ないと、バインダーの粘性が低くなるため、放電電極部18表面と被膜30との接着力が小さく、その結果、被膜30がスパッタされ易くなり、寿命特性の劣化を生じる要因となる。

以上のことから、バインダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は、上記の通り、珪酸ナトリウム溶液が50～67重量%、好ましくは60重量%、純水が50～33重量%、好ましくは40重量%と成すのが適当である。

第24図は、本発明に係るサージ吸収素子50を示すものである。このサージ吸収素子50は、請求の範囲12及び13に対応している。尚、上記第1の放電管10と同一の構成部材には同一の符号を付す。

本発明に係るサージ吸収素子50は、第24図に示すように、両端が開口した絶縁材としてのセラミックよりなる円筒状のケース部材12の両端開口部を、放電電極を兼ねた一对の蓋部材14、14で閉塞して気密に封止することによって気密外囲器16を形成してなる。

上記蓋部材14は、気密外囲器16の中心に向けて大きく突き出た平面状の放電電極部18と、ケース部材12の端面に接する接合部20を備えており、両蓋部材14、14の放電電極部18、18間には、所定の放電間隙22が形成されている。

放電電極部18と接合部20を備えた上記蓋部材14は、無酸素銅や、無酸素

銅にジルコニウム（Zr）を含有させたジルコニウム銅で構成されている。

尚、ケース部材12の端面と蓋部材14の接合部20とは、銀ろう等のシール材（図示せず）を介して気密封止されている。

5 また、上記ケース部材12の内壁面24には、その両端が、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて対向配置された線状のトリガ放電膜28が複数形成されている。該トリガ放電膜28は、カーボン系材料等の導電性材料で構成されている。このトリガ放電膜28は、例えば、カーボン系材料より成る芯材を擦り付けることにより形成することができる。

10 上記気密外囲器16内には、所定の放電ガスが封入されている。この放電ガスとしては、例えば、アルゴン、ネオン、ヘリウム、キセノン等の希ガスあるいは窒素ガス等の不活性ガスの単体又は混合ガスが該当する。また、希ガスあるいは不活性ガスの単体又は混合ガスと、 H_2 等の負極性ガスとの混合ガスが該当する。

15 上記放電電極部18の表面には、放電開始電圧の安定に効果的なアルカリヨウ化物が含有された絶縁性の被膜30が形成されている。この被膜30は、ヨウ化カリウム（KI）、ヨウ化ナトリウム（NaI）、ヨウ化セシウム（CsI）、ヨウ化ルビジウム（RbI）等のアルカリヨウ化物の単体又は混合物を、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを、放電電極部18表面に塗布することによって形成することができる。

20 この場合、アルカリヨウ化物の単体又は混合物が0.01～70重量%、バインダーが99.99～30重量%の配合割合で混合される。また、バインダー中の珪酸ナトリウム溶液と純水との配合割合は、珪酸ナトリウム溶液が0.01～70重量%、純水が99.99～30重量%となされる。

25 上記被膜30中に、臭化セシウム（CsBr）、臭化ルビジウム（RbBr）、臭化ニッケル（NiBr₂）、臭化インジウム（InBr₃）、臭化コバルト（CoBr₂）、臭化鉄（FeBr₂、FeBr₃）等の臭化物の1

種類以上を添加すると、より一層、サージ吸収素子50の放電開始電圧の安定化を図ることができる。

尚、塩化バリウム (BaCl)、フッ化バリウム (BaF)、酸化イットリウム (Y_2O_3)、塩化イットリウム (YCl_2)、フッ化イットリウム (YF_3)、モリブデン酸カリウム (K_2MoO_4)、タングステン酸カリウム (K_2WO_4)、クロム酸セシウム (Cs_2CrO_4)、酸化プラセオジウム (Pr_6O_{11})、チタン酸カリウム ($\text{K}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$) の1種類以上を、上記臭化物と共に、或いは上記臭化物以外に、上記被膜30中に添加しても、サージ吸収素子50の放電開始電圧の安定化に寄与する。

これら物質は、上記アルカリヨウ化物の単体又は混合物とバインダーとの混合物中に、0.01～10重量%の配合割合で添加される。

尚、アルカリヨウ化物が含有された絶縁性の上記被膜30は、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているため放電開始電圧を低下させる作用を有しており、特に、ヨウ化カリウム (KI) を珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加して被膜30を形成した場合に、放電開始電圧の低下作用が顕著である。

第25図は、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダー（珪酸ナトリウム溶液と純水の配合比は1：1）に添加するヨウ化カリウムの配合割合（重量%）と、サージ吸収素子50の直流放電開始電圧との関係を示すグラフである。尚、このサージ吸収素子50は、放電ガスとしてアルゴンをガス圧120kPaで封入すると共に、放電電極部18、18間の放電間隙22が0.55mmと成されているものを用いた。

第25図のグラフから明らかな通り、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダー（珪酸ナトリウム溶液と純水の配合比は1：1）に添加するヨウ化カリウムの配合割合が大きくなるに従って、直流放電開始電圧が低下していく。

また、第26図は、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダー（珪酸ナトリウム溶液と純水の配合比は1：1）に添加するヨウ化カリウムの配合割合（重量％）と、サージ吸収素子50のインパルス放電開始電圧との関係を示すグラフである。このサージ吸収素子50は、放電ガスとしてアルゴン

5 ギンをガス圧120kPaで封入すると共に、放電電極部18、18間の放電間隙22が0.55mmと成されているものを用い、1.2/50μsで2.5kVのインパルス電圧を印加して測定した。

第26図のグラフから明らかな通り、珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダー（珪酸ナトリウム溶液と純水の配合比は1：1）に添加する

10 ヨウ化カリウムの配合割合が大きくなるに従って、インパルス放電開始電圧が低下していく。

尚、バインダー（珪酸ナトリウム溶液と純水の配合比は1：1）に添加するヨウ化カリウムの配合割合が40重量％を越えると、バインダーに対するヨウ化カリウムの溶解度が飽和となりそれ以上溶解されないため、ヨウ化カリウムの配合割合は、0.1重量％～40重量％の範囲と成すのが

15 好ましく、ヨウ化カリウムの配合割合が40重量％の場合に、放電開始電圧の低下作用が最も大きくなる。

本発明のサージ吸収素子50に、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14を介してサージが印加されると、トリガ放電膜28の両端と蓋部材14、14間の微小放電間隙26に電界が集中し、これにより微小放電間隙26に電子が放出されてトリガ放電としての沿面コロナ放電が発生する。次いで、この沿面コロナ放電は、電子のプライミング効果によってグロー放電へと移行する。そして、このグロー放電が放電電極部18、18間の放電間隙22へと転移し、主放電としてのアーク放電に移行してサージの吸収が行われるのである。

25 而して、本発明のサージ吸収素子50にあっては、各トリガ放電膜28の両端が、放電電極を兼ねた上記蓋部材14、14と微小放電間隙26を隔てて配置

されているので、トリガ放電膜28の両端に設けられた微小放電間隙26の双方に、放電電極部18がスパッタされて飛散する電極材料が付着しない限り絶縁劣化を生じることがない。このため、本発明のサージ吸収素子50は、微小放電間隙76を隔てて一対のトリガ放電膜78、78を対向配置して成る従来のサージ吸収素子60に比べて、絶縁劣化の発生を抑制することができ、サージ吸収素子50の長寿命化を図ることができる。

尚、トリガ放電膜28が放電電極を兼ねた蓋部材14、14と電氣的に接続されていないため微小放電間隙26における電子の放出量は抑制されるが、放電電極部18の表面に、仕事関数が小さく電子放出特性に優れているアルカリヨウ化物が含有された被膜30を形成しているので、高い応答性も確保できる。

請 求 の 範 囲

1. 気密外囲器内に複数の放電電極を放電間隙を隔てて配置すると共に、上記気密外囲器内に、Krを含有した放電ガスを封入したことを特徴とする放電管。
- 5 2. 上記放電ガスを、KrとH₂の混合ガスで構成したことを特徴とする請求の範囲1に記載の放電管。
3. 上記放電ガスを、KrとArの混合ガスで構成したことを特徴とする請求の範囲1に記載の放電管。
4. 上記放電ガスを、KrとNeの混合ガスで構成したことを特徴とする
- 10 請求の範囲1に記載の放電管。
5. 複数の放電電極を放電間隙を隔てて配置すると共に、これを放電ガスと共に気密外囲器内に封入してなる放電管において、上記放電電極を、無酸素銅にジルコニウムを含有させたジルコニウム銅で構成したことを特徴とする放電管。
- 15 6. 無酸素銅で構成された複数の放電電極を放電間隙を隔てて配置すると共に、これを放電ガスと共に気密外囲器内に封入してなる放電管において、上記放電ガスをアルゴンで構成すると共に、該アルゴンを0.3～5気圧の圧力で気密外囲器内に封入したことを特徴とする放電管。
7. 両端が開口した絶縁材よりなる円筒状のケース部材の両端開口部を、
- 20 放電電極を兼ねた一對の蓋部材で気密に封止することによって気密外囲器を形成すると共に、該気密外囲器内に放電ガスを封入し、また、気密外囲器内に配置される上記蓋部材の放電電極部間に放電間隙を形成すると共に、上記ケース部材の内壁面に、その両端が上記蓋部材と微小放電間隙を隔てて配置されたトリガ放電膜を形成して成る放電管であって、上記トリガ放
- 25 電膜を、ケース部材の内壁面の円周方向に、等間隔を設けて8本～12本の範囲で形成したことを特徴とする放電管。

8. 両端が開口した絶縁材よりなるケース部材の両端開口部を、放電電極を兼ねた一对の蓋部材で気密に封止することによって気密外囲器を形成すると共に、該気密外囲器内に放電ガスを封入し、また、気密外囲器内に配置される上記蓋部材の放電電極部間に放電間隙を形成すると共に、上記ケース部材の内壁面に、その両端が上記蓋部材と微小放電間隙を隔てて配置されたトリガ放電膜を形成して成る放電管であって、上記トリガ放電膜を、カーボンナノチューブを主原料としたカーボン系材料で構成したことを特徴とする放電管。

9. 上記トリガ放電膜を、カーボンナノチューブとアモルファスカーボンの混合物の焼結体にシリコンオイルを含浸させて成るカーボン系材料で構成したことを特徴とする請求の範囲8に記載の放電管。

10. 複数の放電電極を放電間隙を隔てて配置すると共に、これを放電ガスと共に気密外囲器内に封入し、さらに、上記放電電極の表面に、ヨウ化カリウムを珪酸ナトリウム溶液と純水よりなるバインダーに添加したものを被着して、ヨウ化カリウムが含有された被膜を形成した放電管において、上記ヨウ化カリウムの上記バインダーへの添加量を、0.01～23重量%と成したことを特徴とする放電管。

11. 上記ヨウ化カリウムの上記バインダーへの添加量を、5～15重量%と成したことを特徴とする請求の範囲10に記載の放電管。

12. 両端が開口した絶縁材よりなるケース部材の両端開口部を、放電電極を兼ねた一对の蓋部材で気密に封止することによって気密外囲器を形成すると共に、該気密外囲器内に放電ガスを封入し、また、気密外囲器内に配置される上記蓋部材の放電電極部間に放電間隙を形成すると共に、上記ケース部材の内壁面に、その両端が上記蓋部材と微小放電間隙を隔てて対向配置されたトリガ放電膜を形成し、さらに、上記放電電極部の表面に、アルカリヨウ化物が含有された被膜を形成したことを特徴とするサージ吸

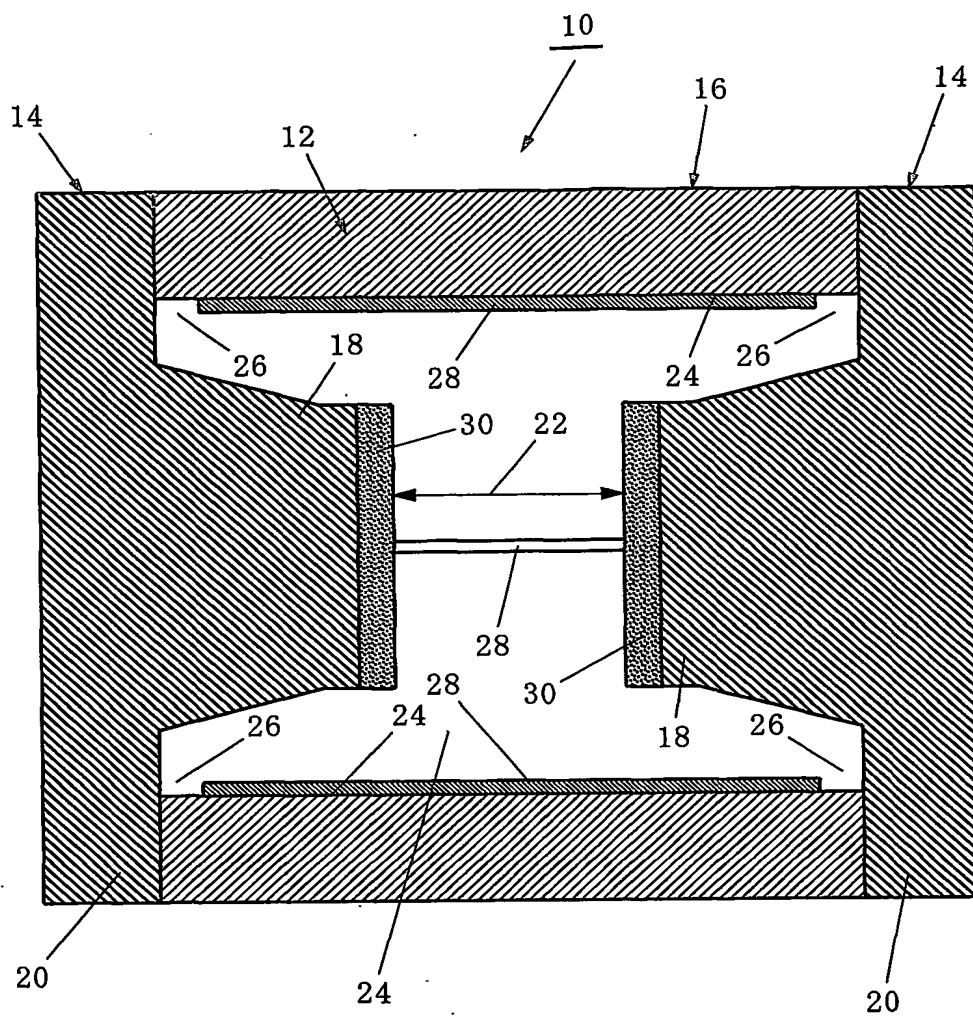
収素子。

13. 上記アルカリヨウ化物が、ヨウ化カリウム (K I)、ヨウ化ナトリウム (N a I)、ヨウ化セシウム (C s I)、ヨウ化ルビジウム (R b I) の単体又は混合物であることを特徴とする請求の範囲12に記載のサージ

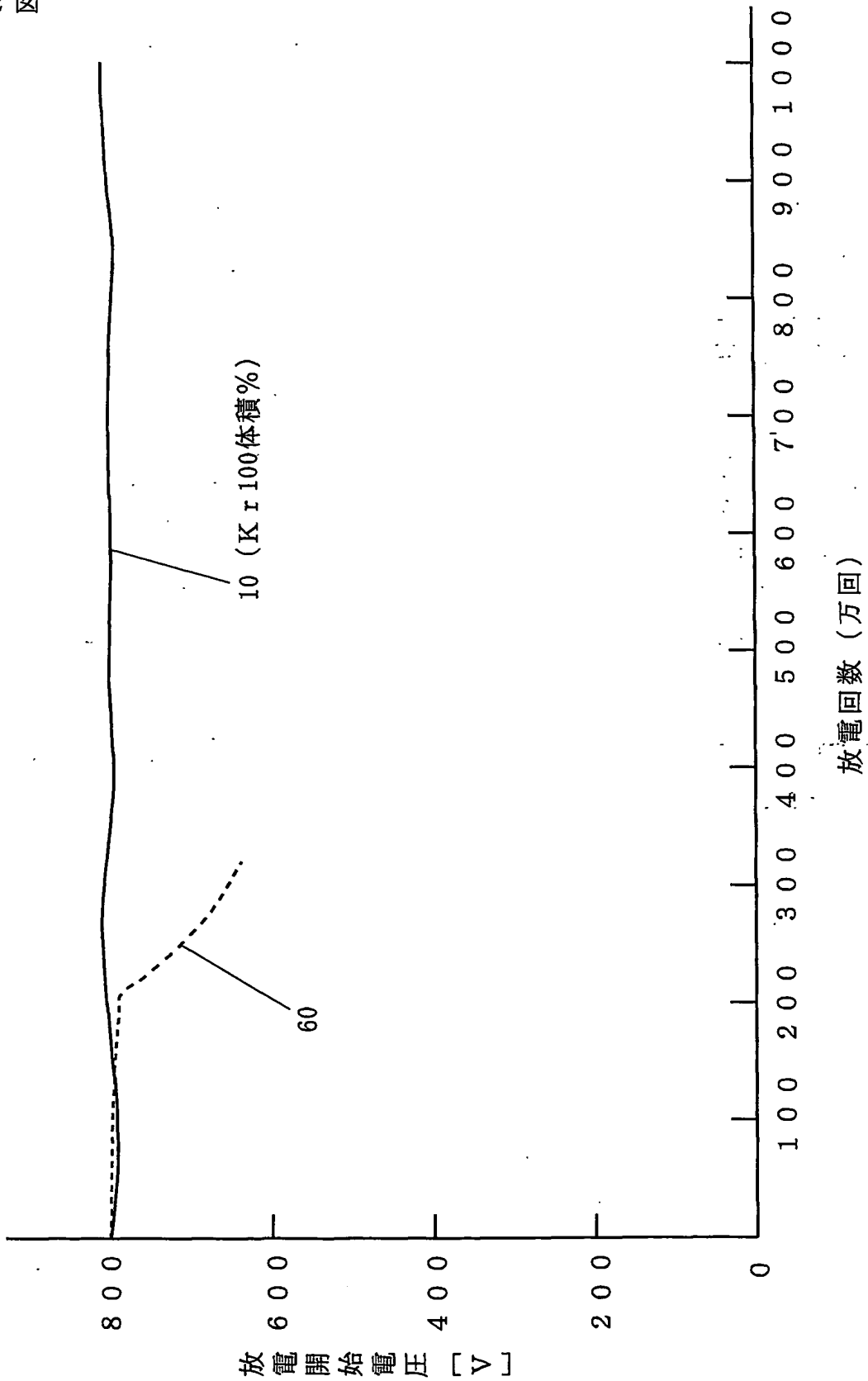
5 吸収素子。

1/28

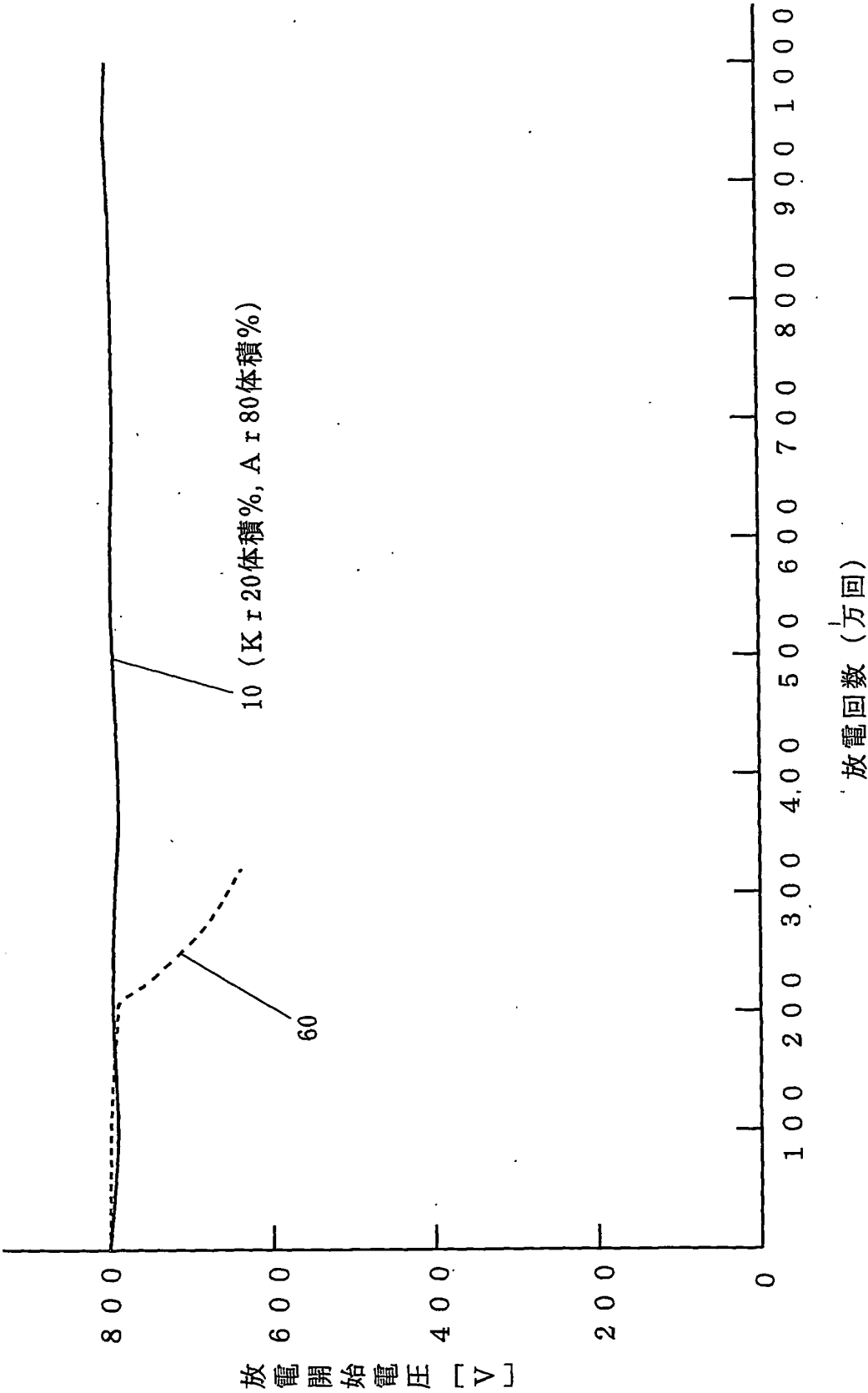
第 1 図



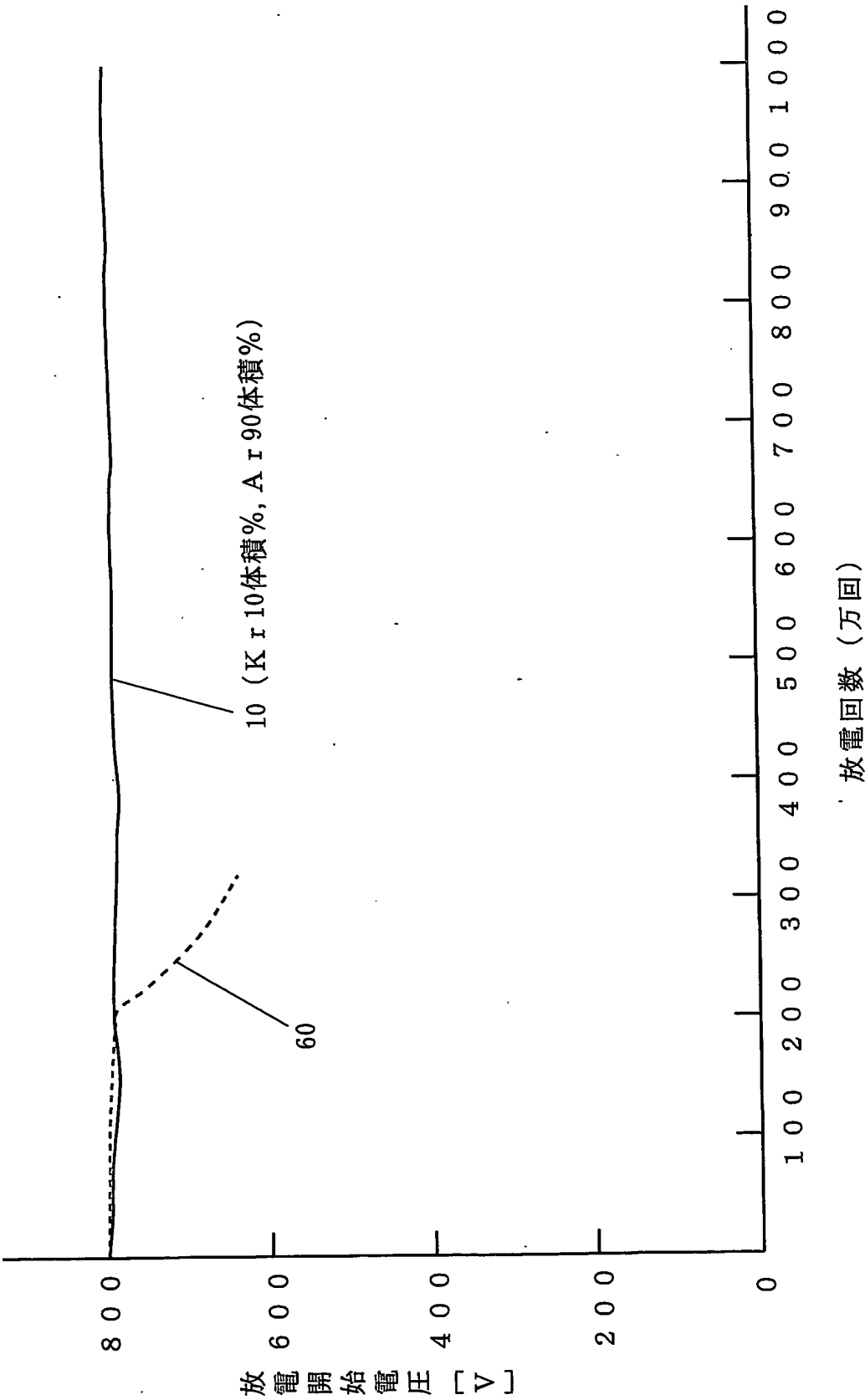
第 2 図



第 3 図

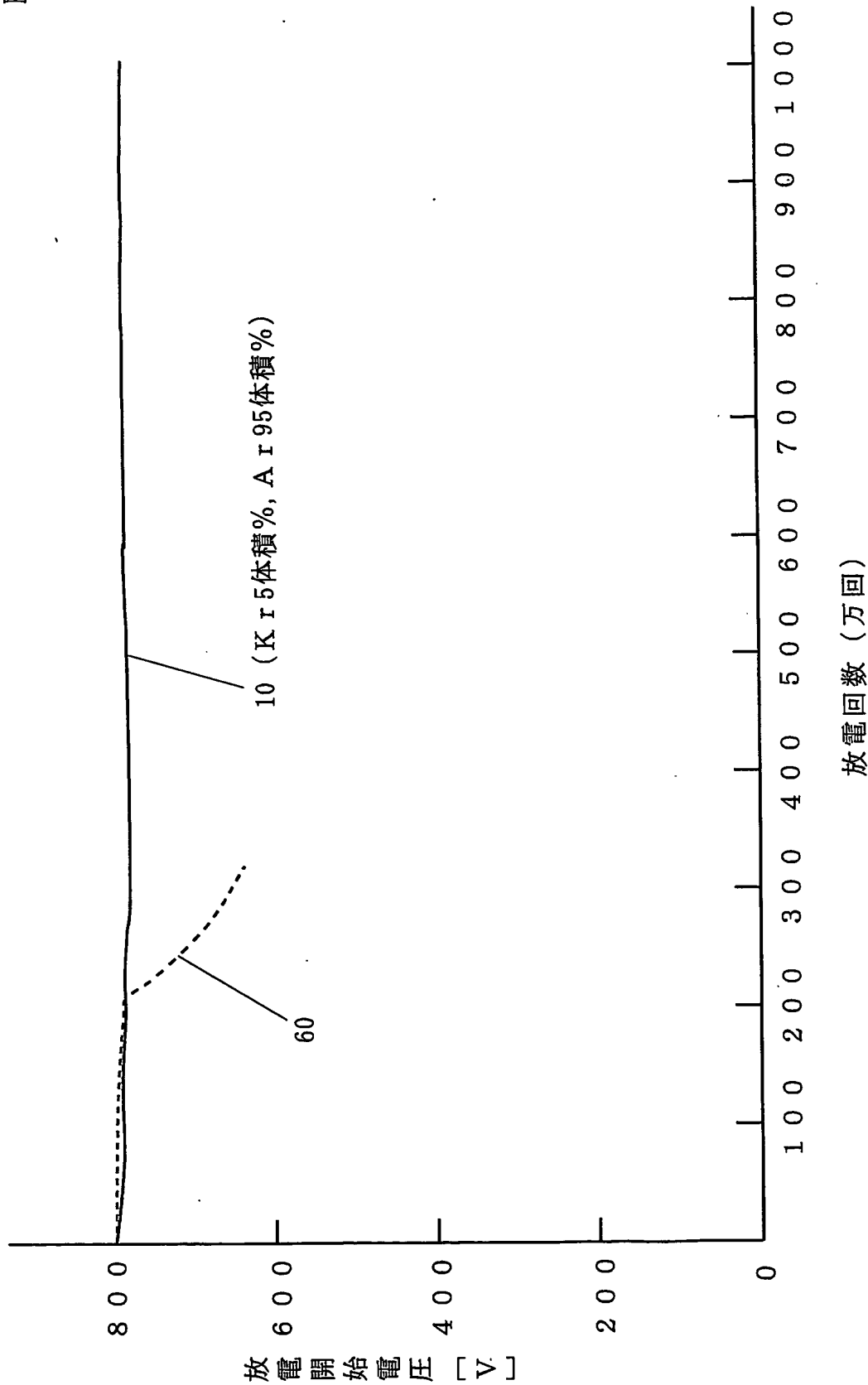


第 4 図



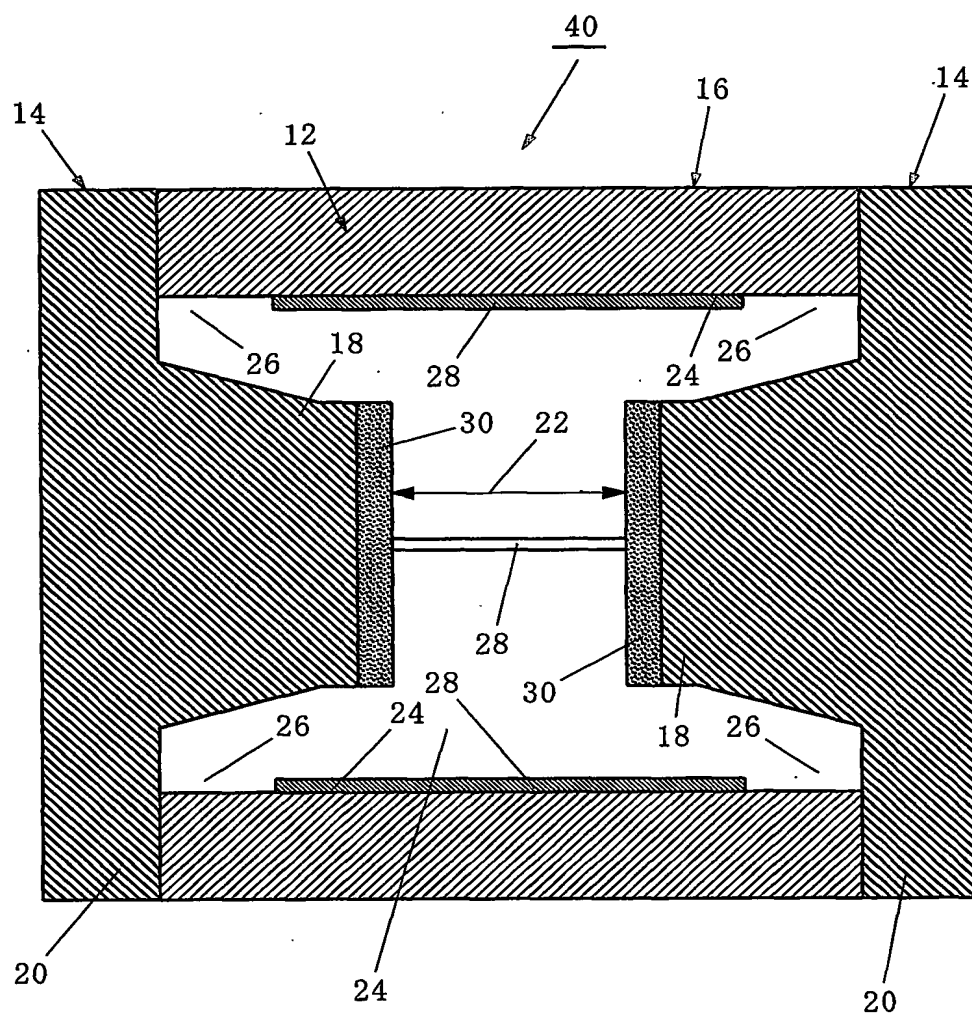
5/28

第 5 図

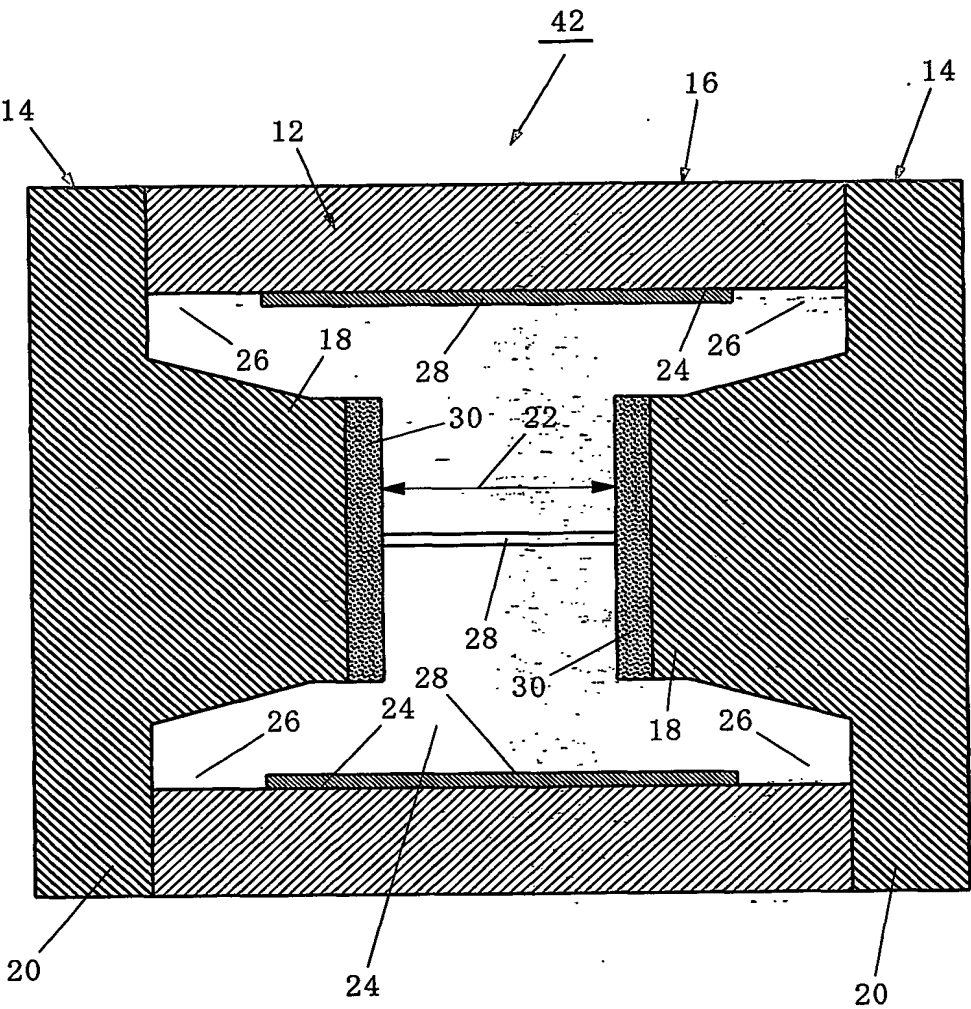


6/28

第 6 図

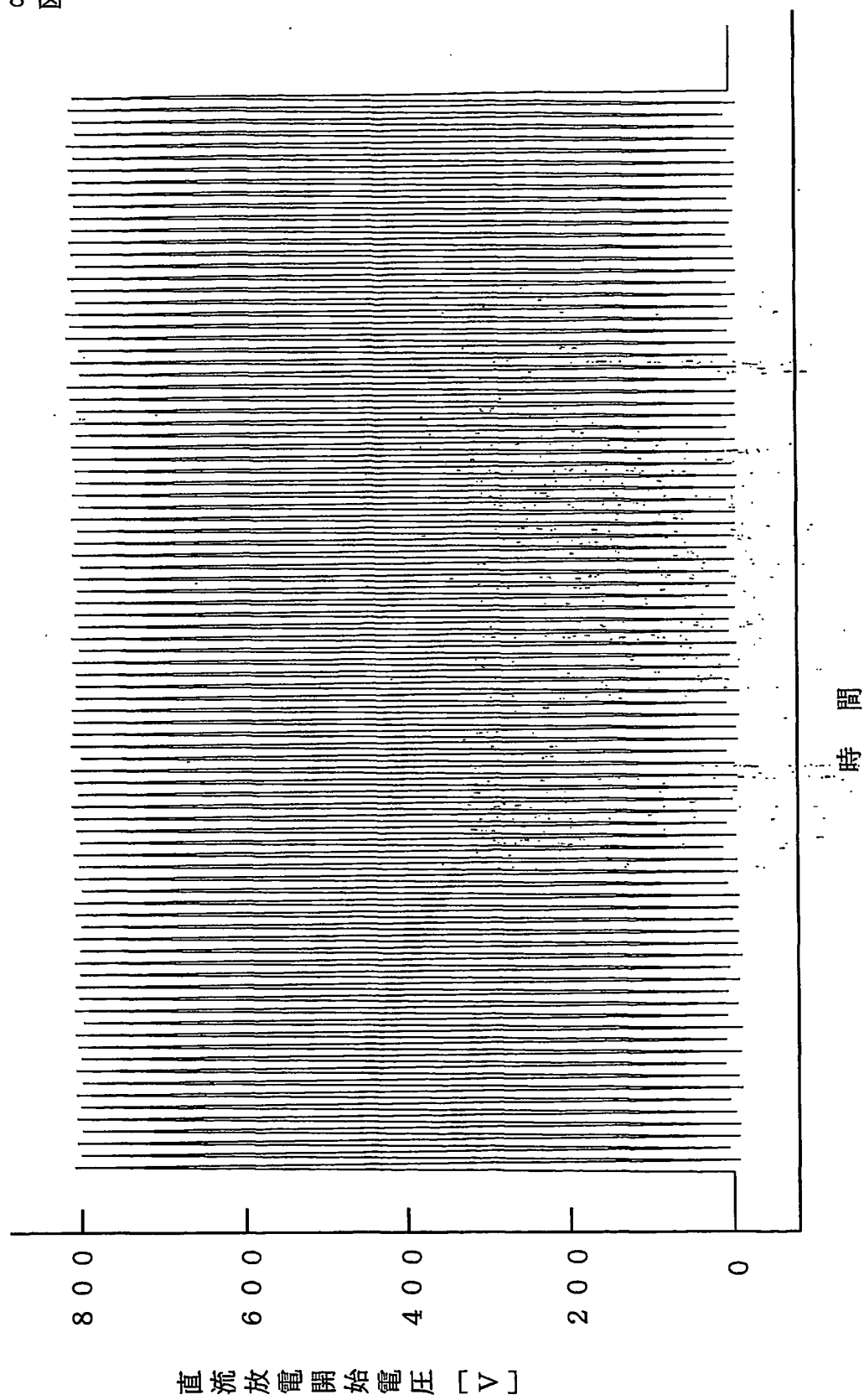


第 7 図



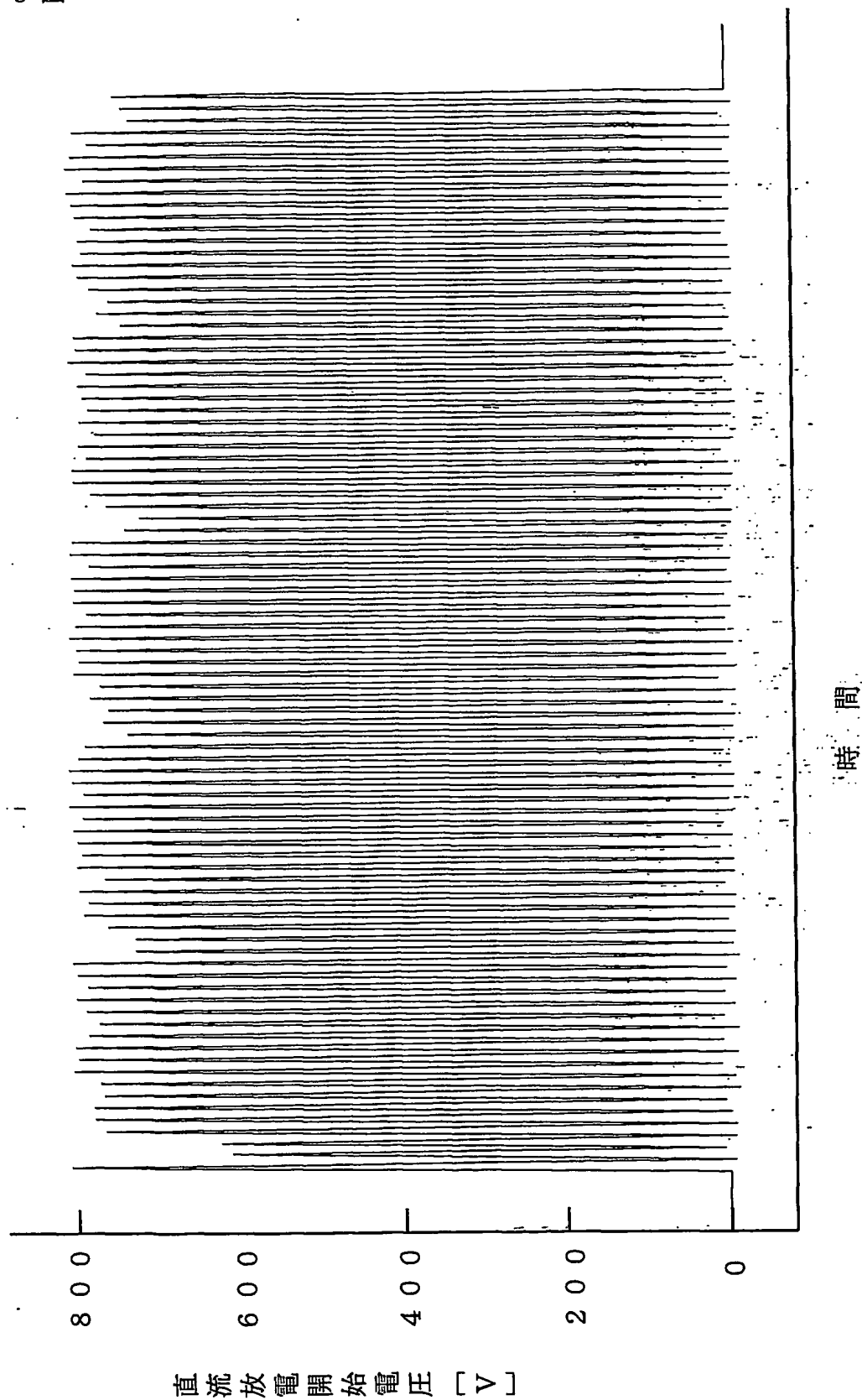
8/28

第 8 図



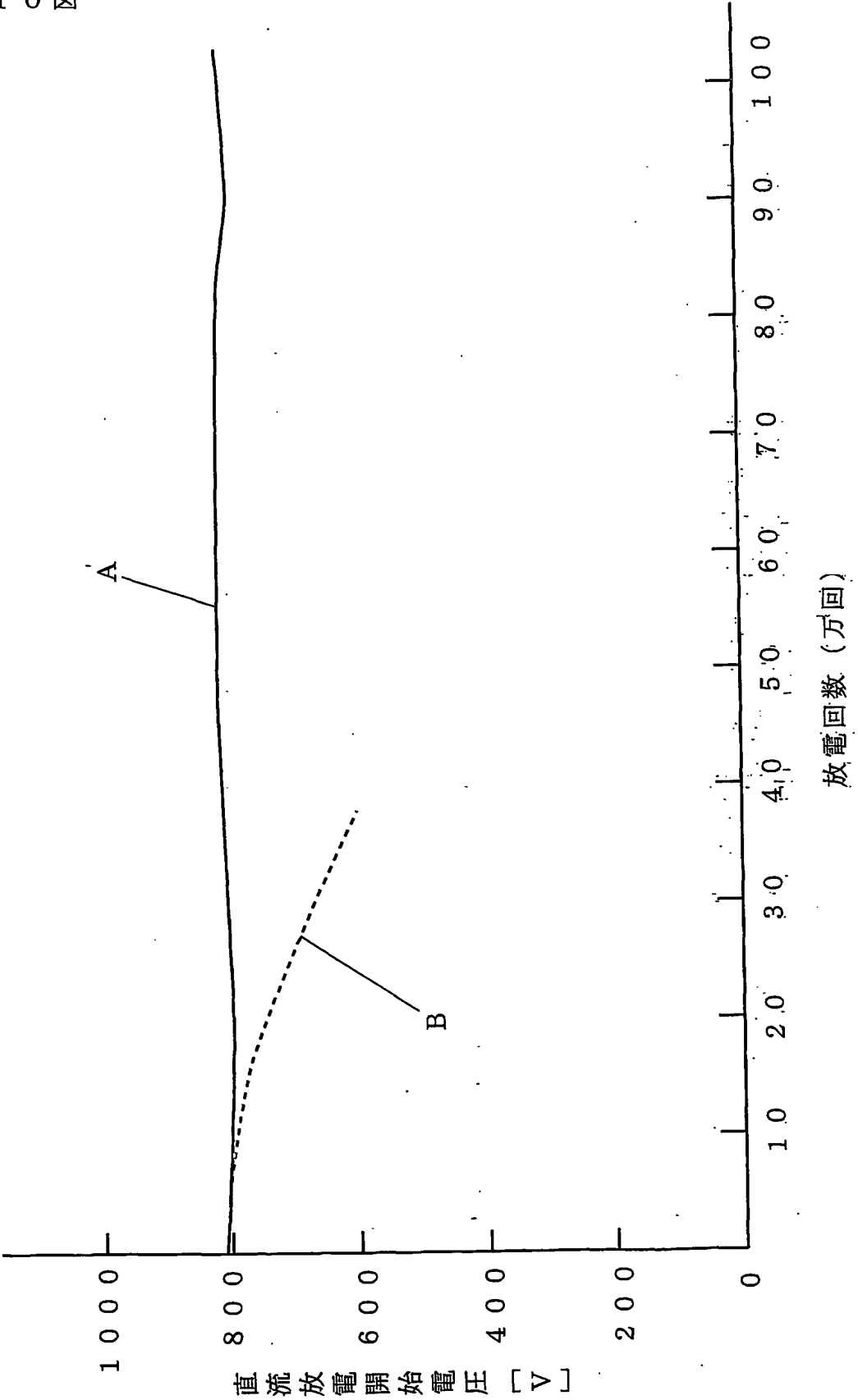
9/28

第 9 図



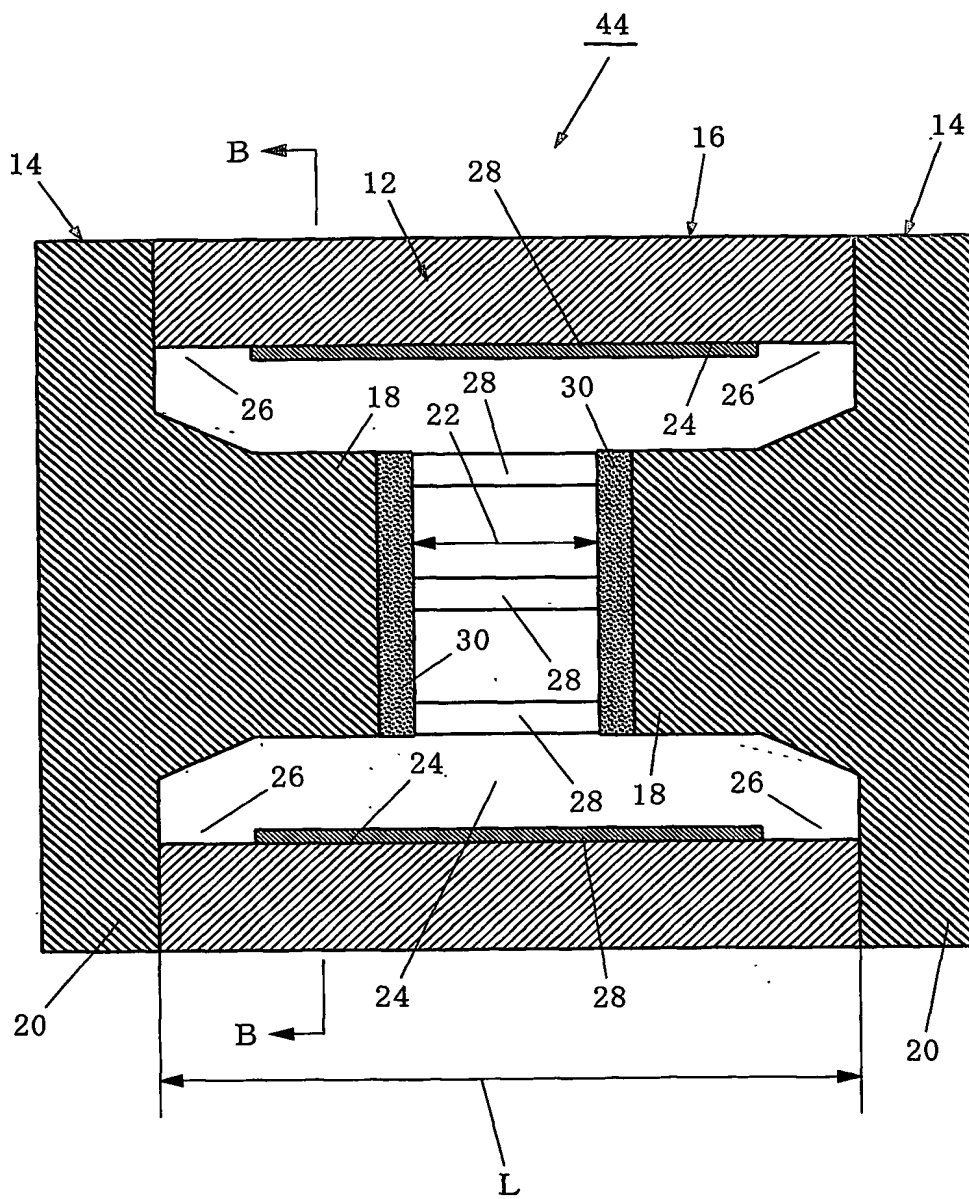
10/28

第 1 0 図



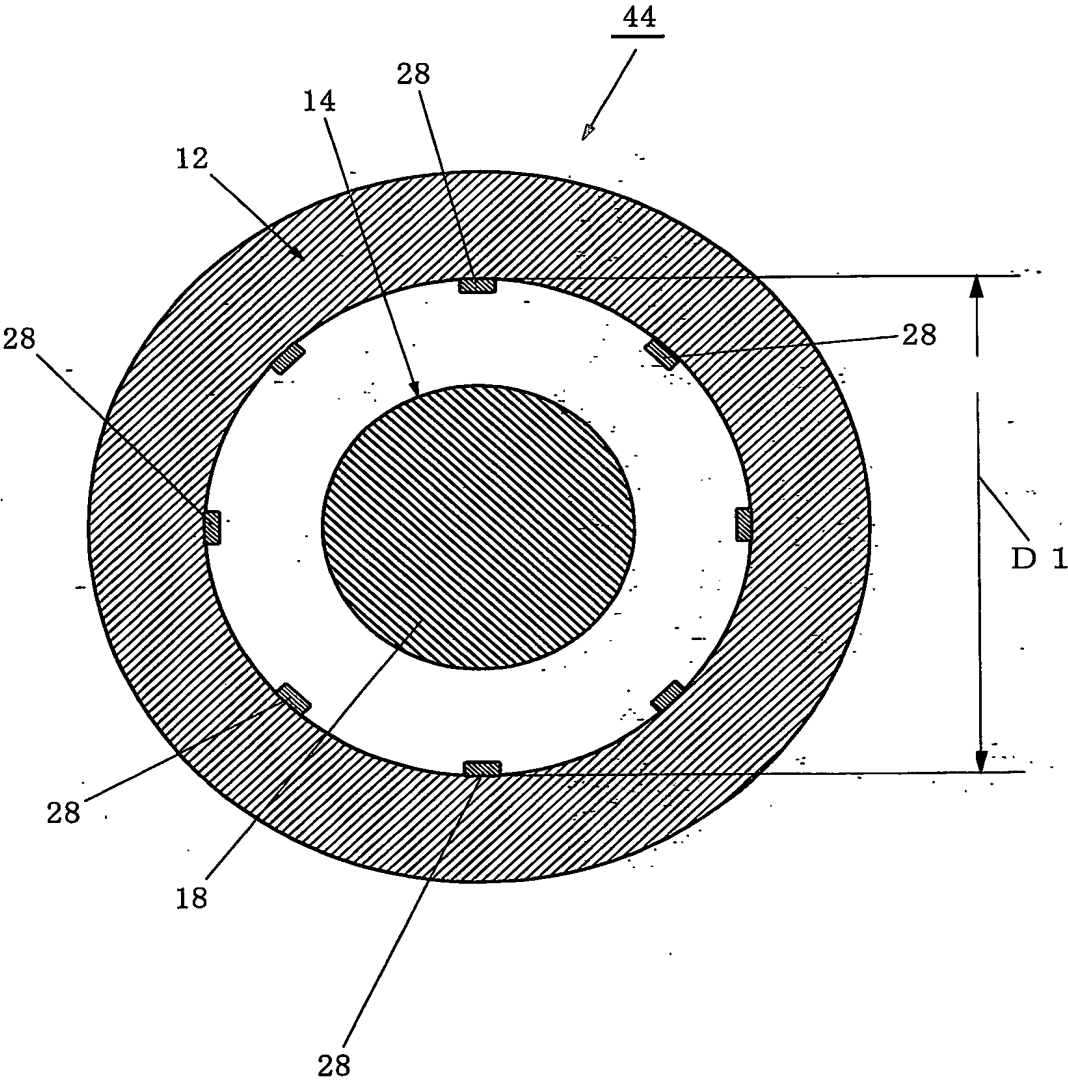
11/28

第 1 1 図

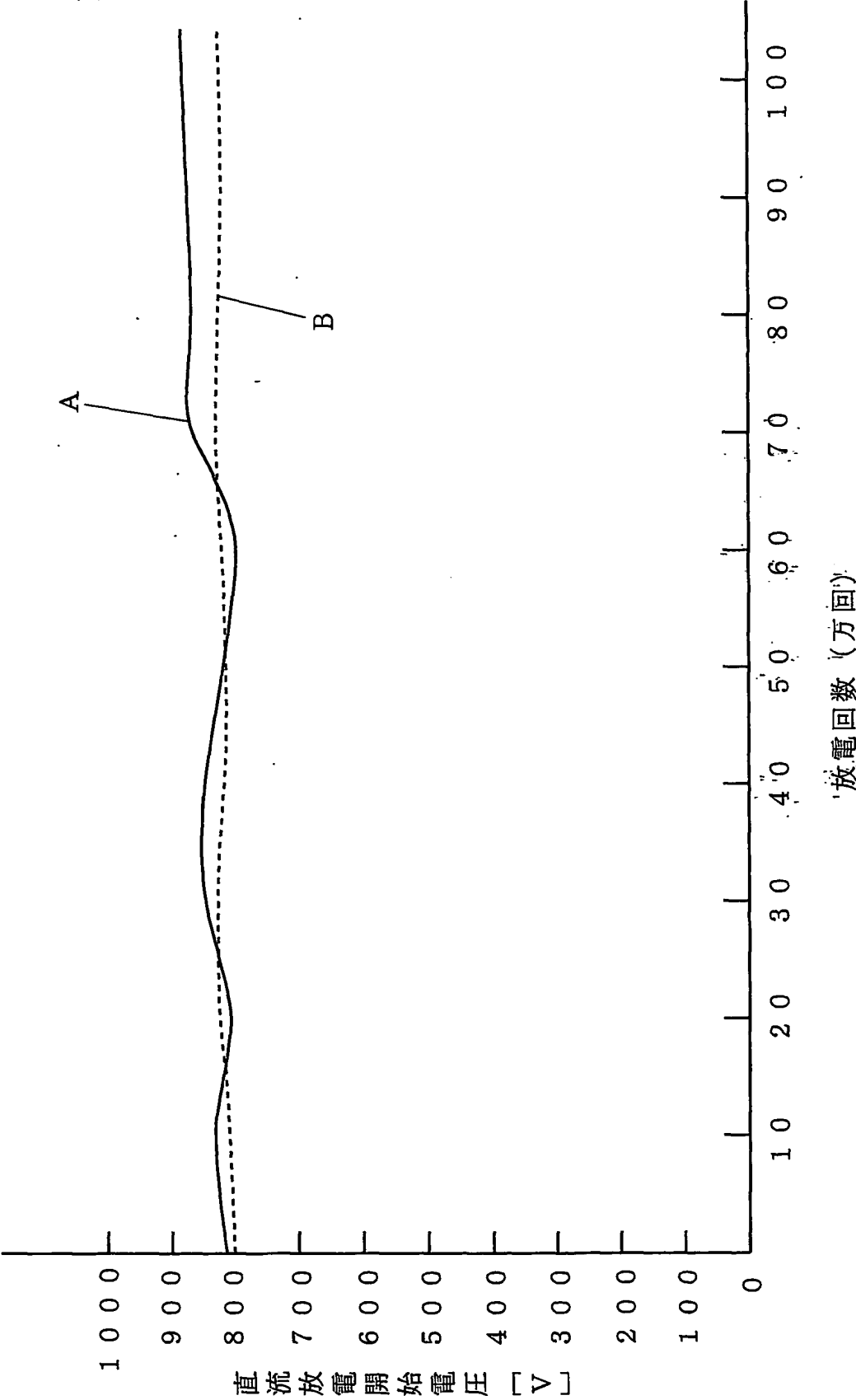


12/28

第 1 2 図

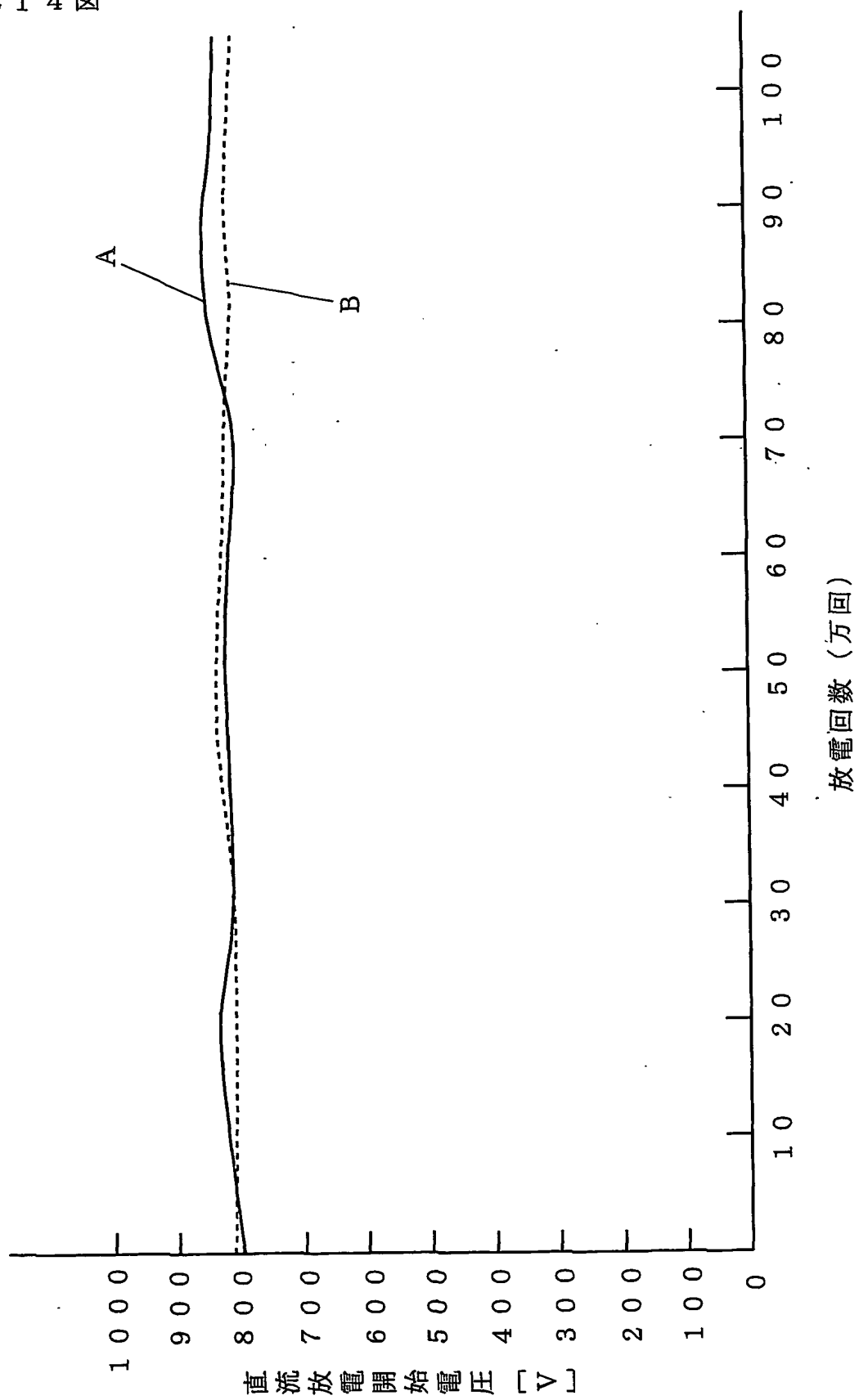


第 1 3 図

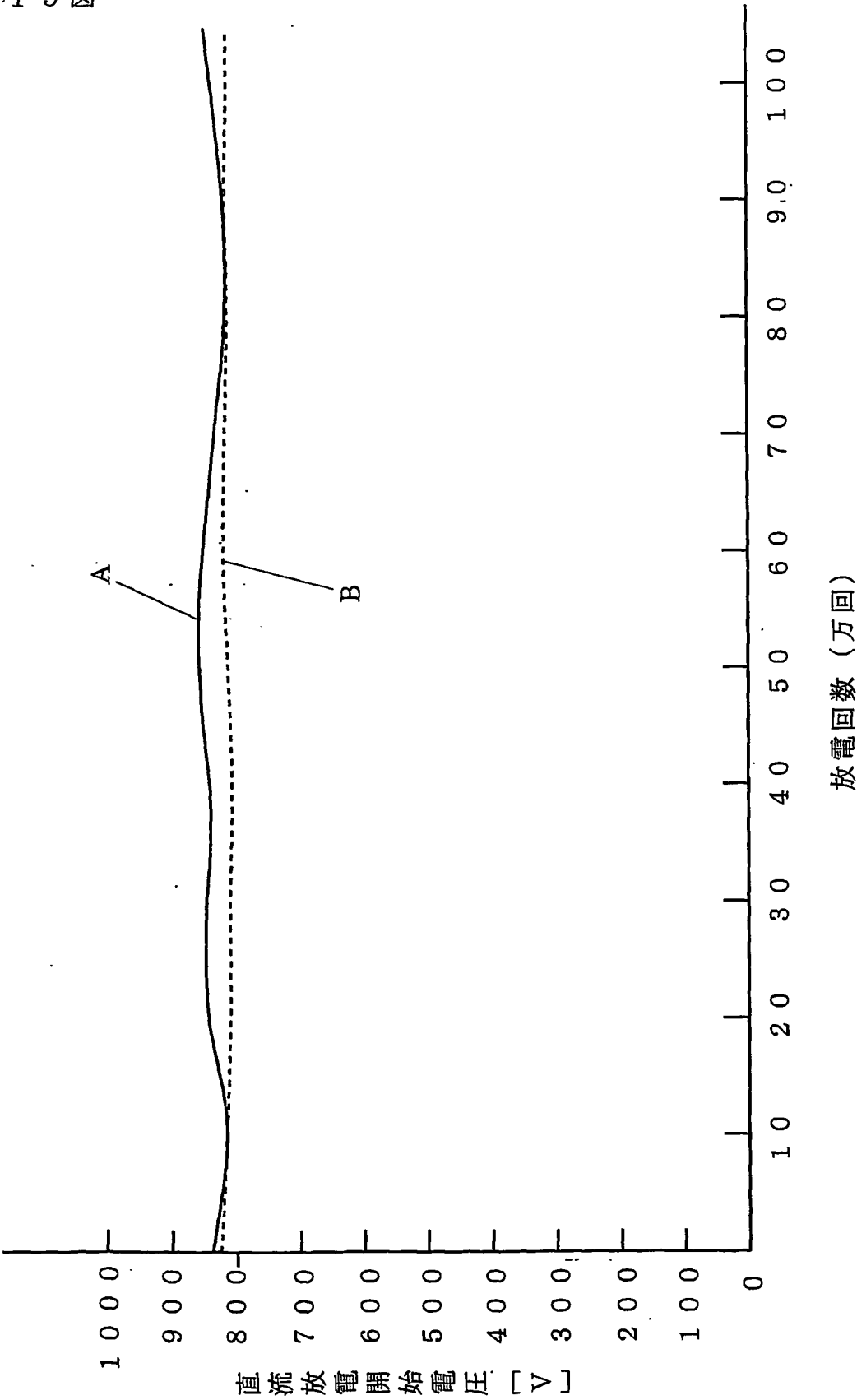


14/28

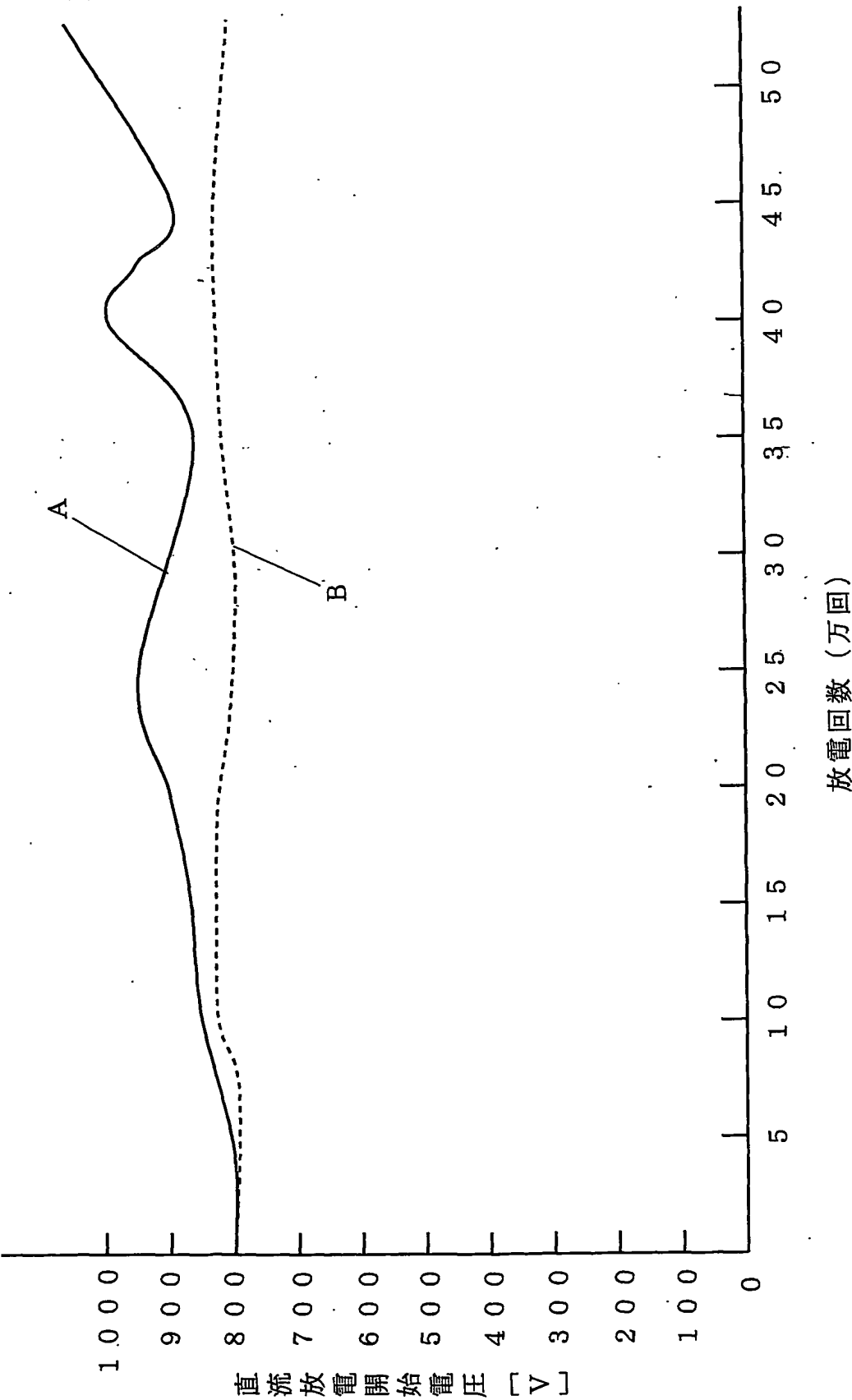
第 1 4 図



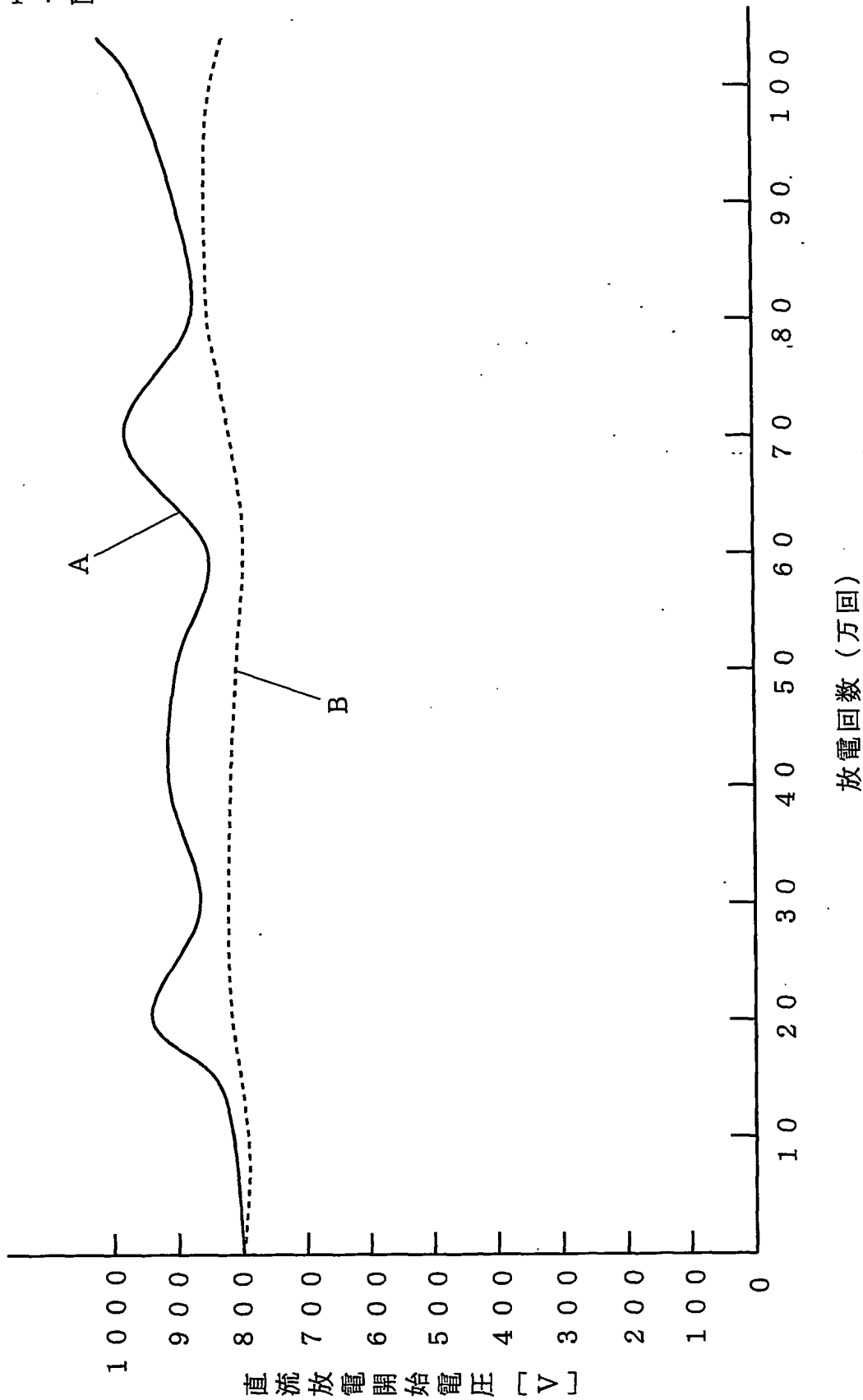
第 1 5 図



第 1 6 図

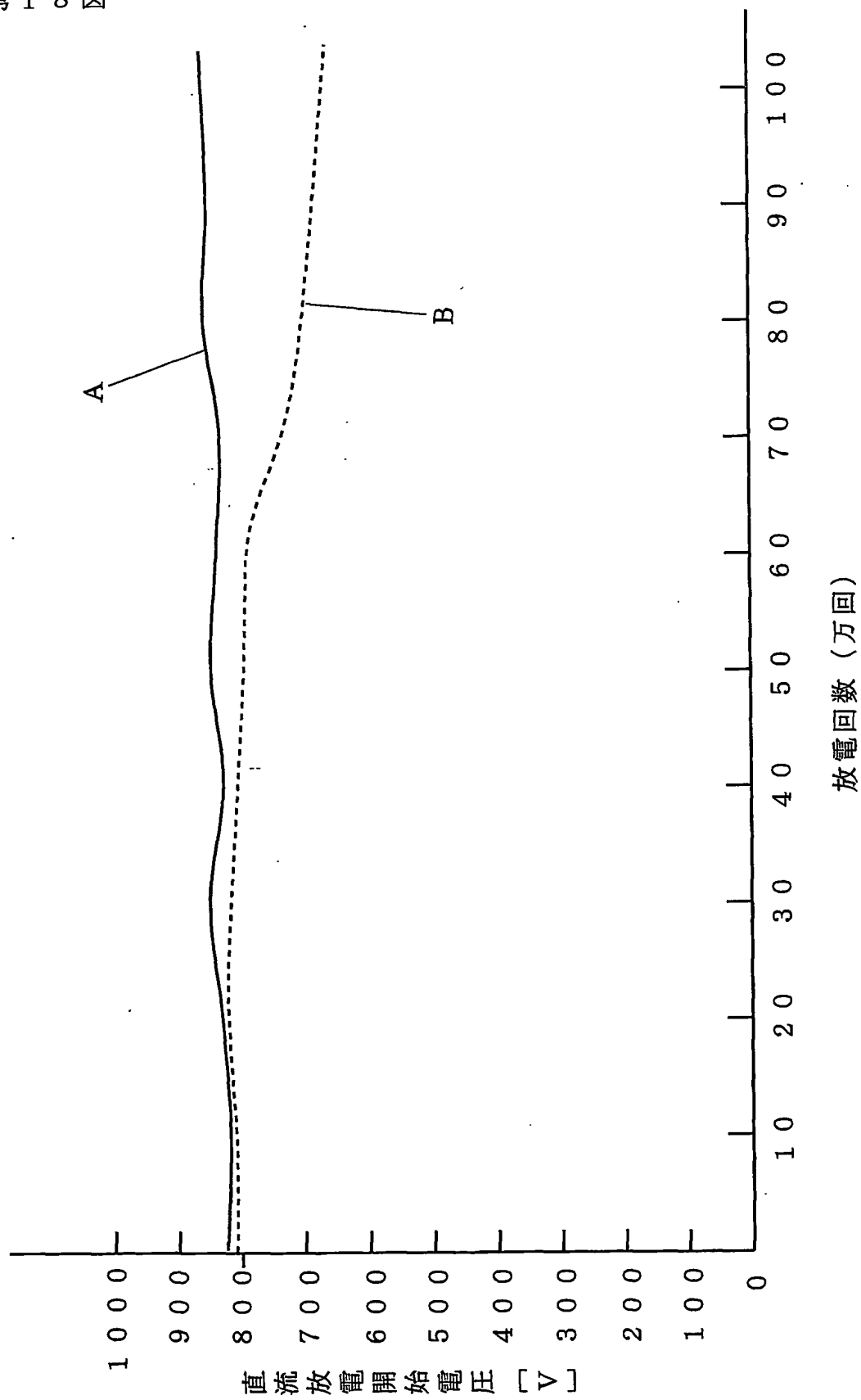


第 1 7 図

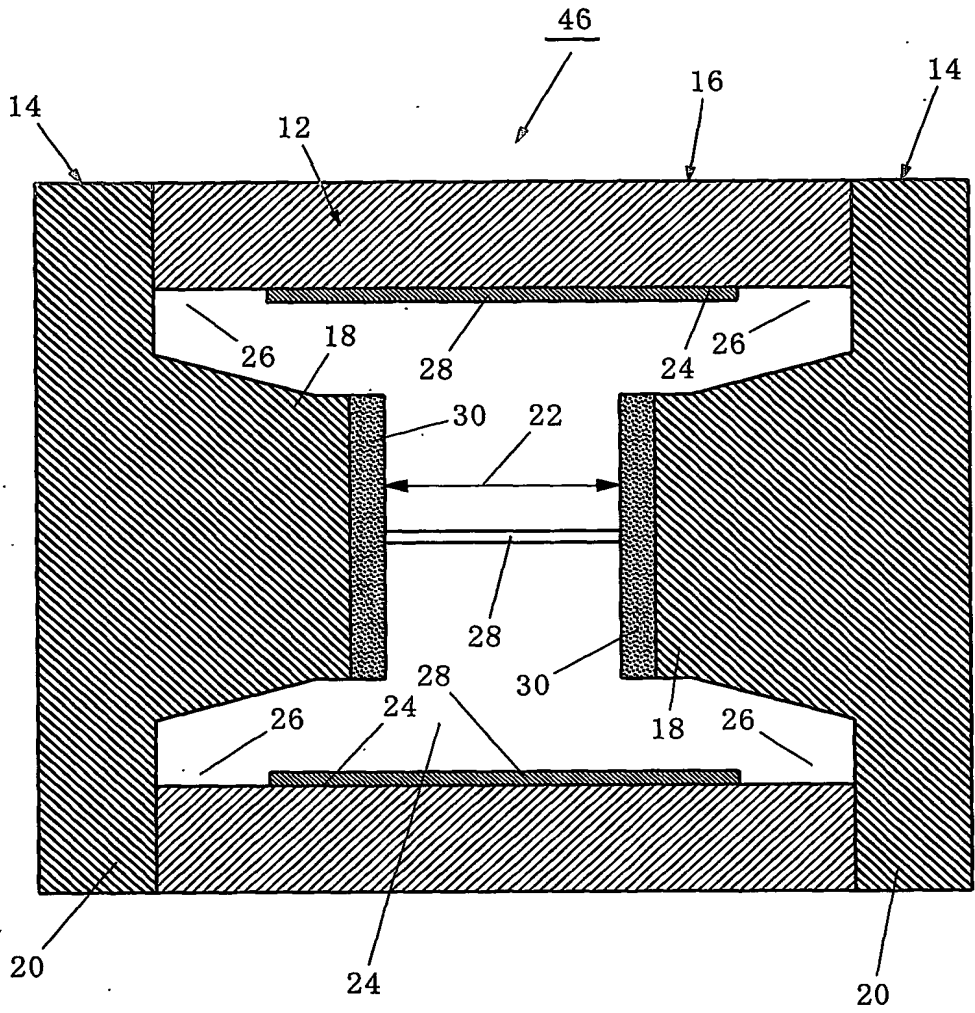


18/28

第 1 8 図

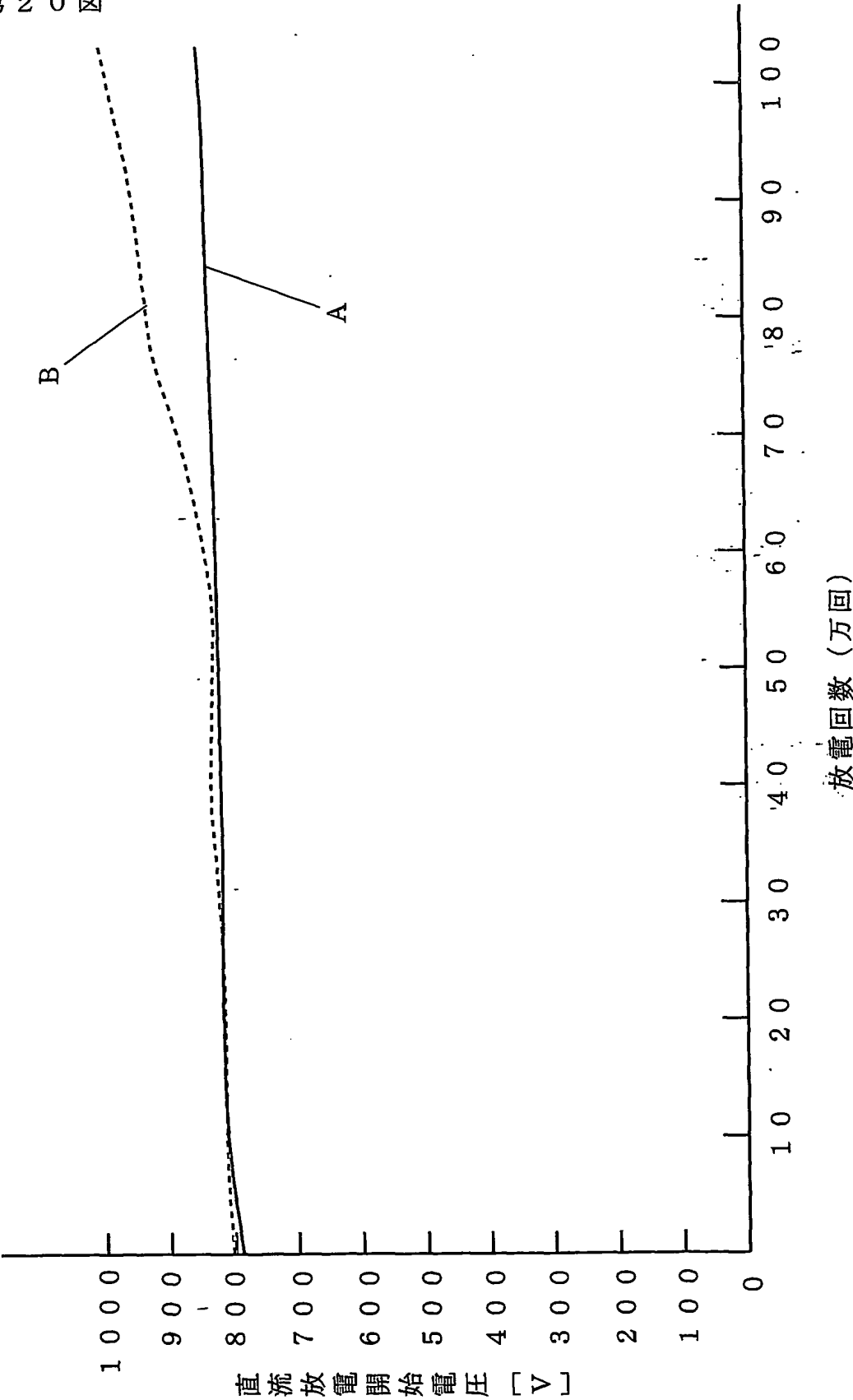


第 1 9 図

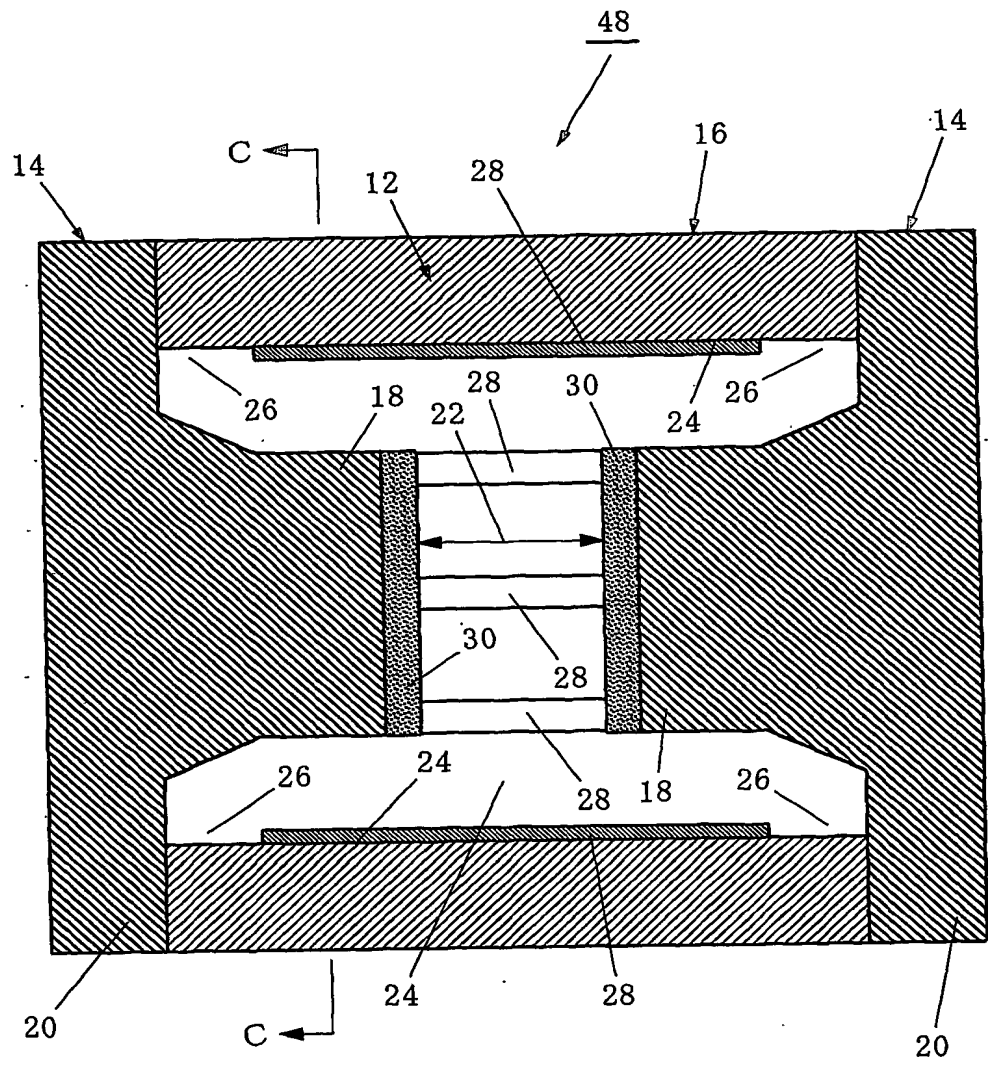


20/28

第 2 0 図

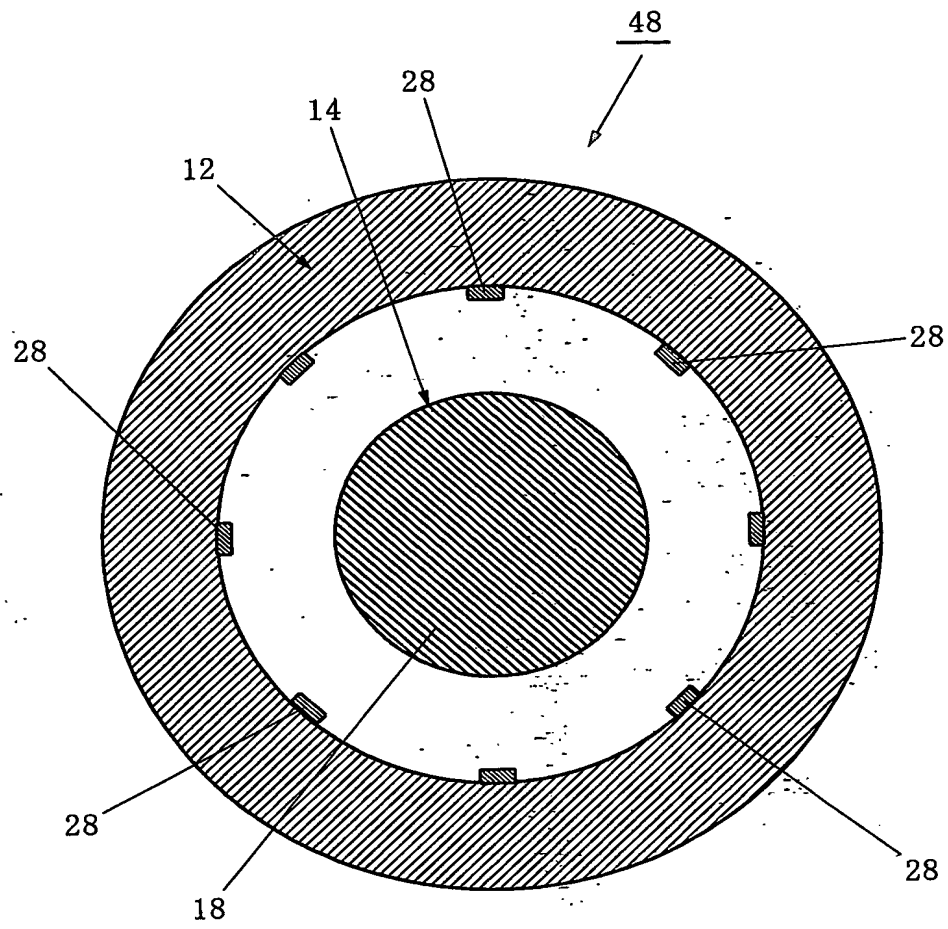


第 2 1 図



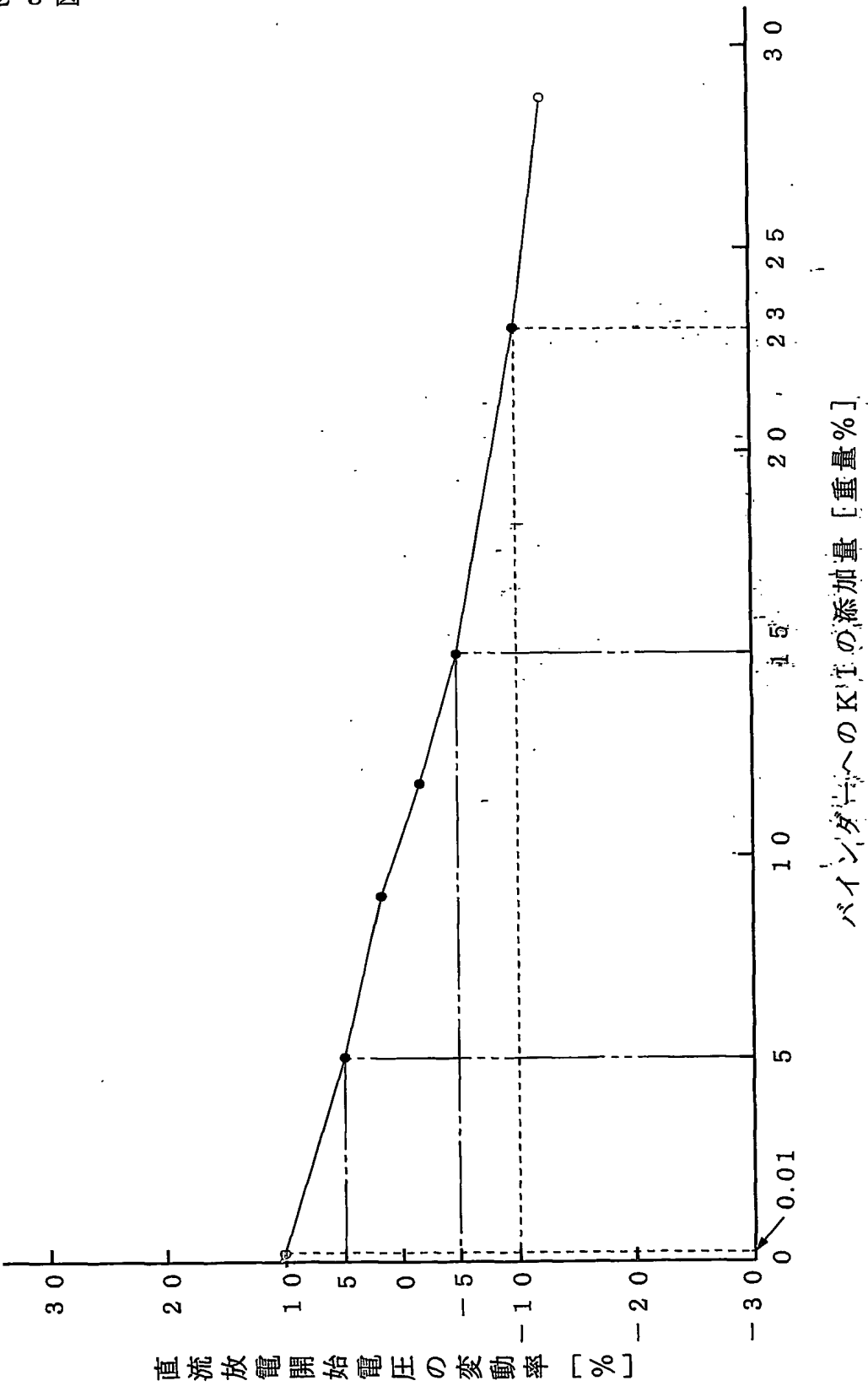
22/28

第 2 2 図

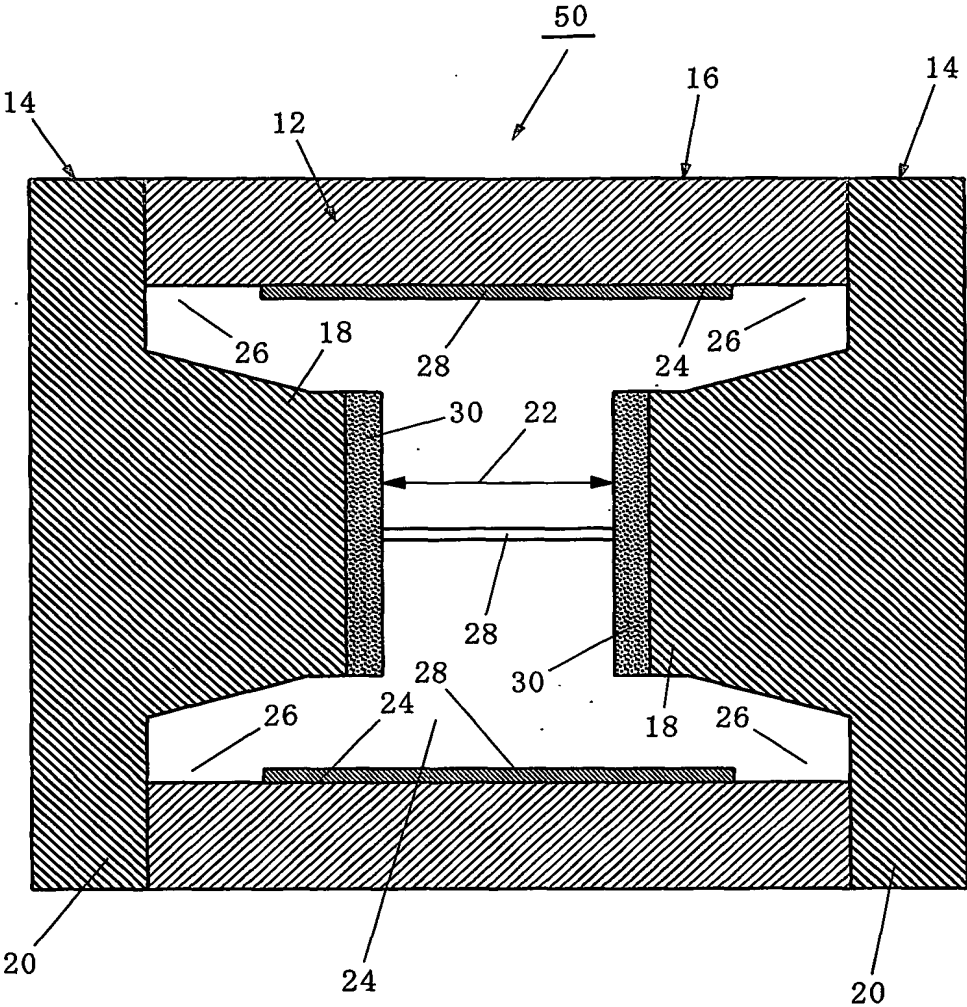


23/28

第 2 3 図

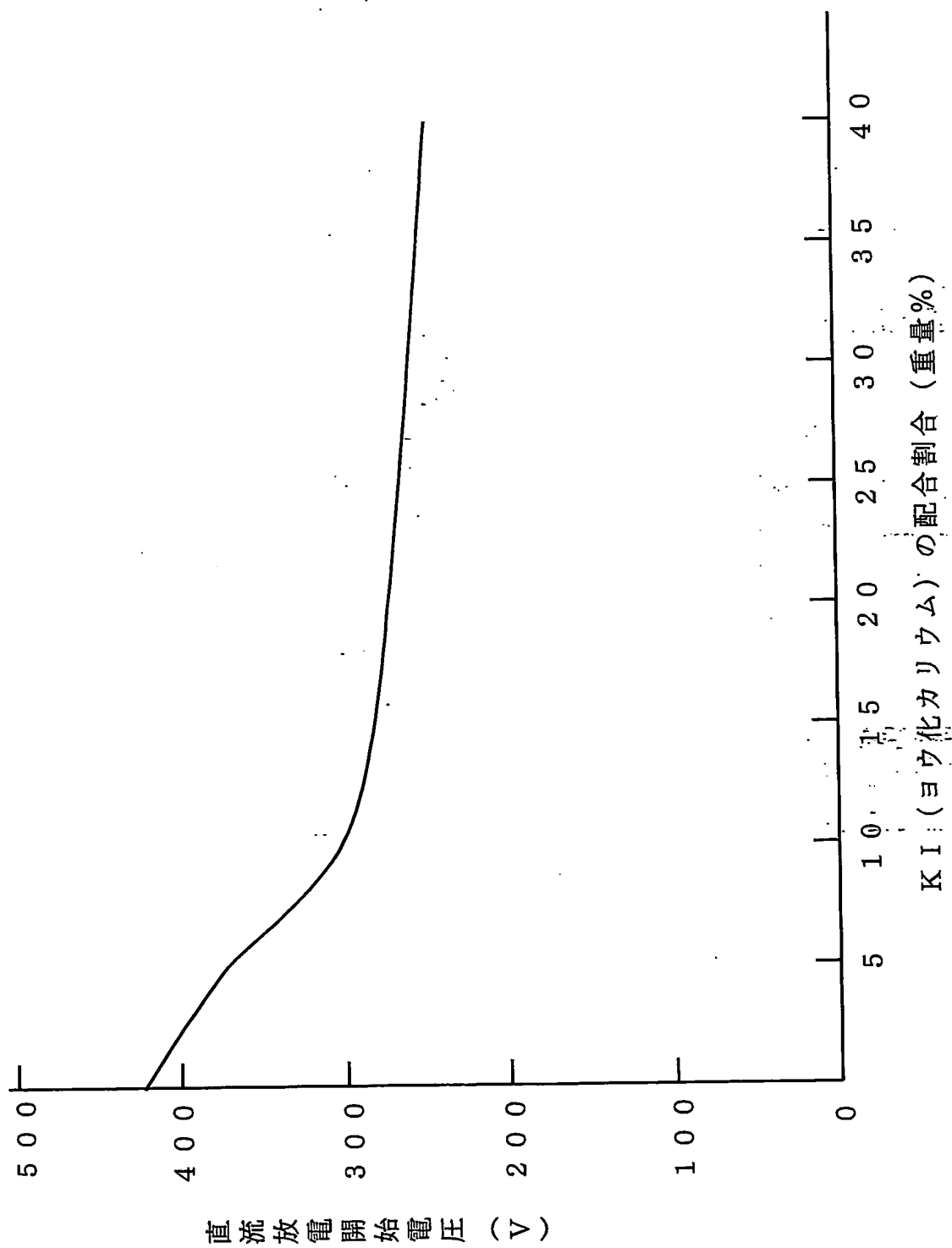


第 2 4 図



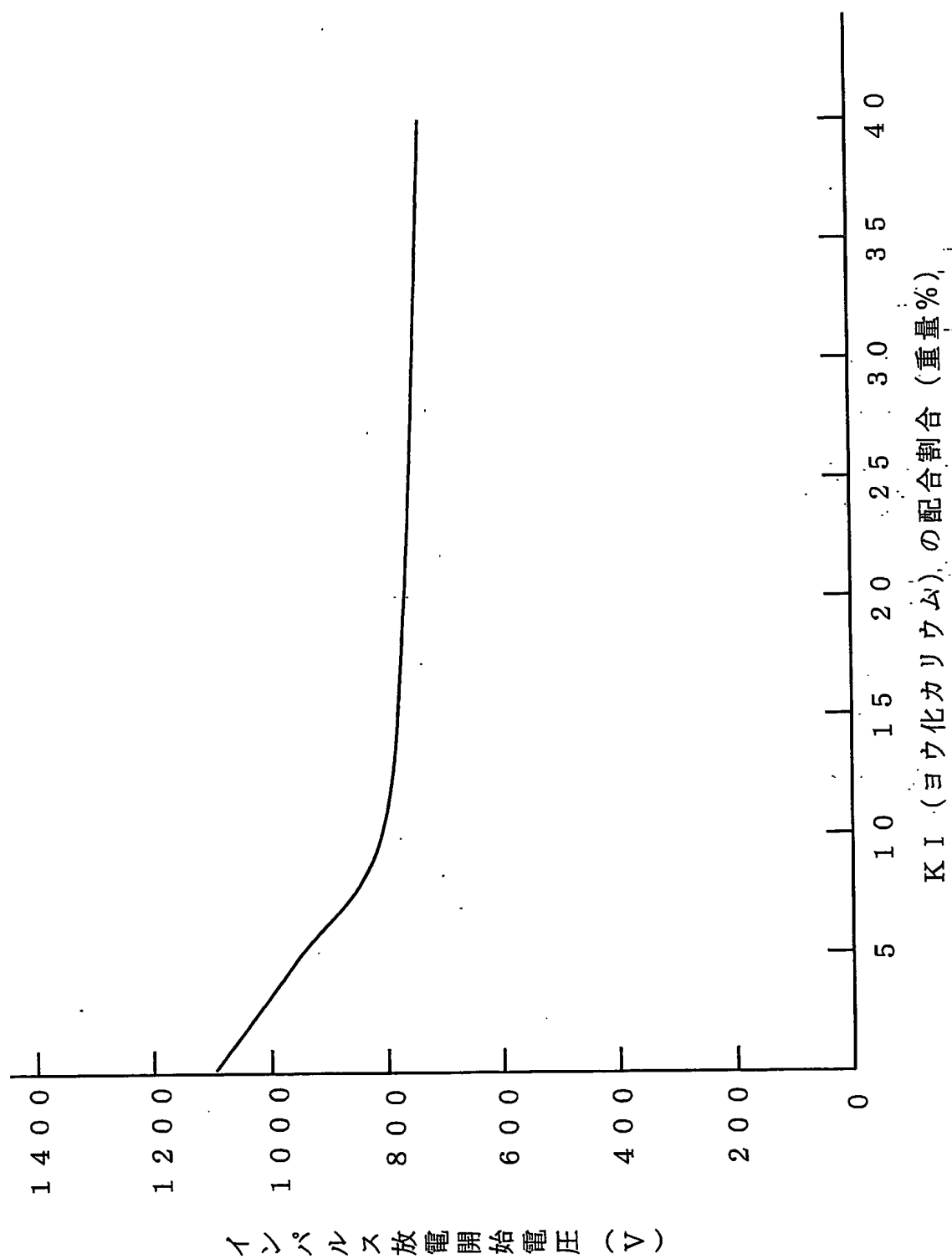
25/28

第 2 5 図

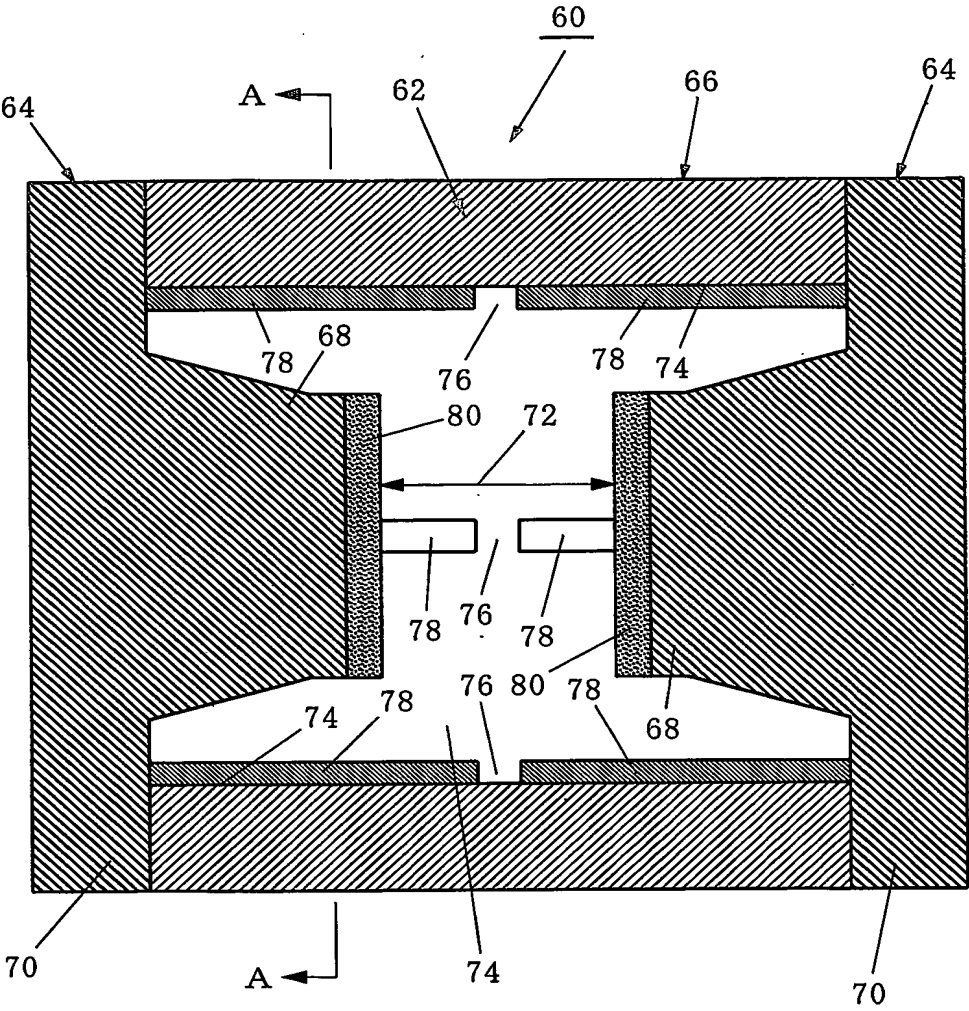


26/28

第 2 6 図

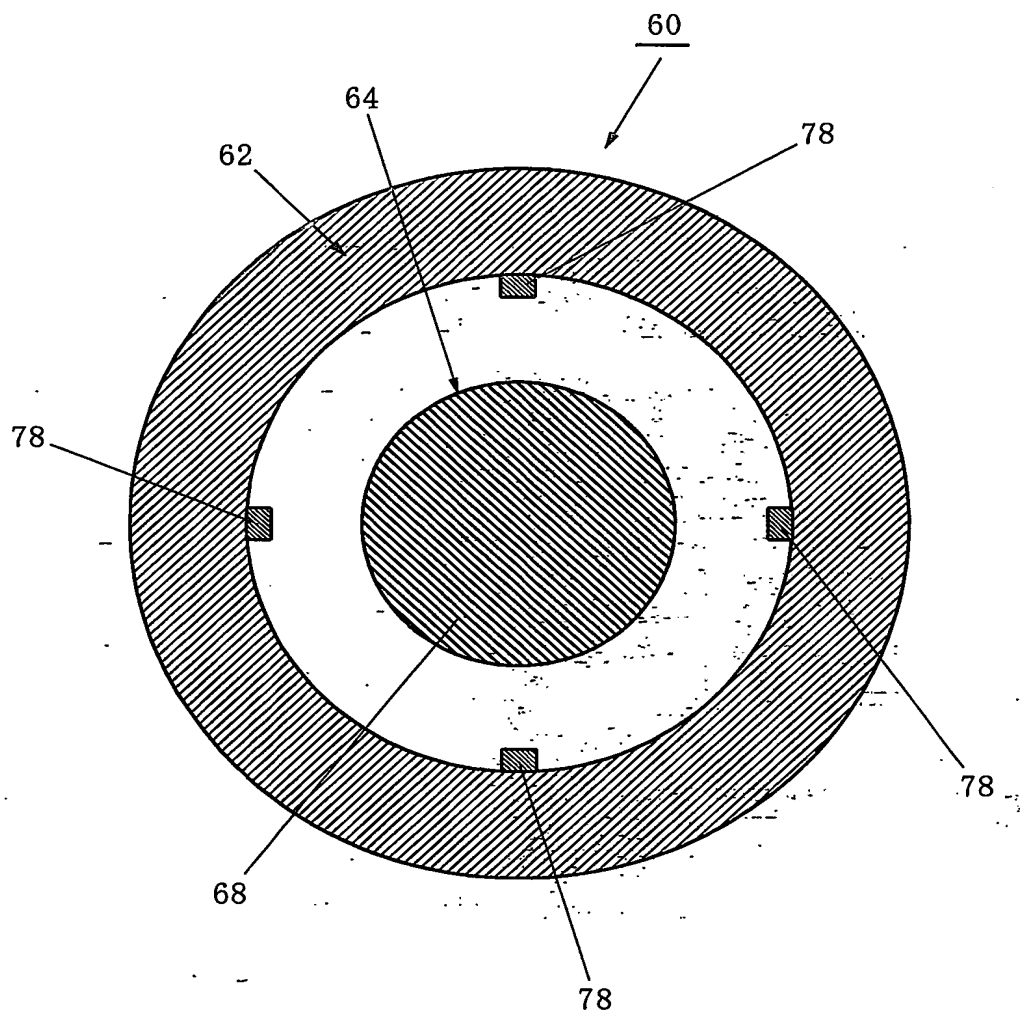


第 27 図



28/28

第 2 8 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01T4/12, H01J61/16, 61/067, 61/54

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01T4/12, H01J61/16, 61/067, 61/54

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 3-62484 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 18 March, 1991 (18.03.91), Full text; Figs. 1, 3 (Family: none)	1, 3 2, 4
Y	JP 55-104092 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 09 August, 1980 (09.08.80), Page 2; Figs. 3, 4 (Family: none)	2, 4
Y A	JP 2002-270329 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 20 September, 2002 (20.09.02), Par. No. [0039]; Fig. 1 & EP 1239562 A	6 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 July, 2004 (05.07.04)Date of mailing of the international search report
20 July, 2004 (20.07.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004785

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-257586 A (Mitsubishi Kogyo Sement Kabushiki Kaisha), 18 October, 1990 (18.10.90), Full text; Fig. 1 (Family: none)	6
Y X	JP 2003-7420 A (Okaya Electric Industries Co., Ltd.), 10 January, 2003 (10.01.03), Full text; Fig. 1 (Family: none)	7, 8, 12, 13 10, 11
Y	JP 2000-12186 A (Mitsubishi Materials Corp.), 14 January, 2000 (14.01.00), Par. No. [0024]; Fig. 4 (Family: none)	7, 8 12, 13
Y A	JP 2000-48929 A (Mitsubishi Materials Corp.), 18 February, 2000 (18.02.00), Par. No. [0016]; Fig. 5 (Family: none)	8 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004785

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. This international application contains the following independent claims: (1) claim 1; (2) claim 5; (3) claim 6; (4) claim 7; (5) claim 8; (6) claim 10; and (7) claim 12.

2. Since there is no technical relationship involving "a special technical feature" prescribed under PCT Rule 13.2 among these groups of inventions, they are not considered so linked as to form a single general inventive concept.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01T4/12,
H01J61/16, 61/067, 61/54

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01T4/12,
H01J61/16, 61/067, 61/54

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 3-62484 A (新光電気工業株式会社) 1991.03.18, 全文, 第1, 3図 (ファミリーなし)	1, 3
Y		2, 4
Y	J P 55-104092 A (東京芝浦電気株式会社) 1980.08.09, 第2頁, 第3, 4図 (ファミリーなし)	2, 4
Y	J P 2002-270329 A (新光電気工業株式会社) 2002.09.20, 段落番号【0039】, 第1図	6
A	& EP 1239562 A	5

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.07.2004

国際調査報告の発送日

20.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 茂夫

3X

8920

電話番号 03-3581-1101 内線 3370

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2-257586 A (三菱鉱業セメント株式会社) 1990. 10. 18, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	6
Y	J P 2003-7420 A (岡谷電機産業株式会社) 2003. 01. 10, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	7, 8, 12, 13
X		10, 11
Y	J P 2000-12186 A (三菱マテリアル株式会社) 2000. 01. 14, 段落番号【0024】, 第4図 (ファミリーなし)	7, 8 12, 13
Y	J P 2000-48929 A (三菱マテリアル株式会社) 2000. 02. 18, 段落番号【0016】, 第5図	8
A	(ファミリーなし)	9

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. この国際出願の独立請求の範囲は、(1) 請求の範囲1、(2) 請求の範囲5、
(3) 請求の範囲6、(4) 請求の範囲7、(5) 請求の範囲8、(6) 請求の範囲10
(7) 請求の範囲12である。
2. これらの発明群の間に、PCT規則13.2に規定する「特別な技術的特徴」を含む技術的な関係があるとは認められず、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。